



Faculdade de Arquitectura

Joana Filipa Rodrigues Fernandes

**Envolvimentos Virtuais para o apoio ao Design de Produto:
Avaliação de Técnicas de Modelação e Texturização Utilizadas em
Jogos de Vídeo.**

Investigação do Curso de Mestrado em Design de Produto

Proposta de Dissertação de Mestrado

Trabalho efetuado sob a orientação de

Prof. Dr. Paulo Noriega

Prof. Dr.^a. Rita Almendra.

Nome: Joana Filipa Rodrigues Fernandes

Endereço electrónico: fernandesjoana.r@gmail.com

Telefone: 934 857 484

Número do Bilhete de Identidade: 13361459

Título da Dissertação/Tese

Envolvimentos Virtuais para o Apoio ao Design de Produto:

Avaliação de Técnicas de Modelação e Texturização Utilizadas em Jogos de Vídeo

Orientador: Prof. Dr. Paulo Noriega

Coorientadora: Prof. Dr.^a Rita Almendra

Ano de conclusão: 2014

Designação do Mestrado:

DESIGN DE PRODUTO

Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa

Assinatura:

Dedicatória

Aos meus pais. Sem vocês não seria possível. Obrigada por toda a paciência e apoio que me ofereceram. Acima de tudo, obrigada por sempre terem acreditado em mim.

Obrigada por serem meus pais.

Agradecimentos

O meu primeiro agradecimento vai para o meu orientador, Professor Doutor Paulo Noriega, que me convidou a integrar a equipa do ErgoVR. Pelo seu apoio e disponibilidade que foram expressos através de múltiplas sugestões e revisões e, sobretudo, pela sua paciência, que me permitiu dar sentido ao meu trabalho.

Agradeço à minha coorientadora, Professora Doutora Rita Assoreira Almendra, pela sua sempre presente disponibilidade e extrema simpatia. Pelas suas palavras de encorajamento.

Gostaria de expressar a minha gratidão ao Luís Teixeira pelas suas incontáveis e fulcrais dicas. Pelo tempo que dispensou comigo e por toda a preocupação e amizade demonstrada ao longo do tempo.

Obrigada à Doutora Elisângela Vilar pelas suas revisões de textos e conteúdos sempre assertivos e pela partilha do seu conhecimento sobre o tema.

Obrigada a toda a equipa do ErgoVR pela simpatia e amabilidade em receberem-me na equipa.

Aos meus amigos Luís, Hande, Mariana, Sara e Joana por todo o apoio e encorajamento nos momentos mais difíceis. Um obrigada pelo vosso carinho.

A todos aqueles que, de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu mais sincero OBRIGADA!

“Before anything can happen in the real world, first it must happen in the imagination; the real world of dreams and possibilities.”

(Alvarado & Moyano 2012)

Resumo

A Realidade Virtual (RV) é empregada em diversas áreas, como medicina, educação, militar, aeronáutica, jogos de vídeo (JV), entre outras, para simular por exemplo situações de risco ou treino. As técnicas de modelação 3D empregadas na RV permitem modelar e criar um ambiente realista, eficiente e seguro ao utilizador. Neste estudo foi elaborada uma pesquisa sobre a relação existente entre a área dos JV e a área da RV e a aplicação de técnicas de modelação 3D utilizadas nos JV à RV. Foram escolhidas as técnicas que seriam mais simples de aplicar por não profissionais de 3D mas que apresentassem o maior aumento no nível de realismo dos Envolvimentos Virtuais (EVs). Recorrendo a ferramentas de modelação e ao ErgoVR (software de RV) testaram-se diversas técnicas de modelação dos JV em RV. Através dos resultados quantitativos (e.g., imagens por segundo, número de polígonos e vértices dos objectos) e qualitativos (e.g., qualidade gráfica, nível de realismo) foi possível observar-se uma melhoria de desempenho dos EVs com a aplicação das técnicas provenientes dos JV. Os resultados deste estudo permitem a melhoria de desempenho dos EVs para aplicação em RV. Foram criados tutoriais sobre as técnicas de modelação e texturização em 3D que constituem também um resultado valioso para o ErgoVR e genericamente para a RV. Em estudos futuros, a melhoria dos parâmetros mencionados deverão ser testados no confronto com utilizadores reais em RV. O que se espera é que alguns problemas próprios da exposição à RV, como o enjoo de simulador, possam ser atenuados.

Palavras Chave: Realidade Virtual; Envolvimentos Virtuais Jogos de Vídeo, Design de Produto

Abstract

Virtual Reality (VR) is employed in the diverse areas, such as medicine, education, military, aeronautics, videogames (VG), among others, to simulate for example risk situations or training. The 3D modeling techniques employed in VR allow to model and create a realistic environment that is efficient and safe to the user. In this study, a research was made regarding the existing connection between the area of VG and the area of VR and also about the application of certain 3D modeling techniques of VG into VR. The easiest techniques to apply, by non-professionals in 3D modeling, were selected but that presented the highest increase in the level of realism of the Virtual Environments (VEs). By using modeling tools and ErgoVR (a VR software), different VG modeling techniques were tried on VR. Through the analysis of the quantitative (e.g., frames per second, number of polygons and vertices of the objects) and qualitative (e.g., graphical quality, realism level) results it was possible to observe an improvement in the performance of the VEs with the application of the techniques from VG. The results of this study allow the improvement of performance of VEs for VR applications. Tutorials were created regarding the modeling and texturing techniques in 3D which are a valuable result to ErgoVR and for VR. In future studies, the improvement of the mentioned parameters should be tested when confronted with real users in VR. It is expected that some of the problems associated with VR exposure, such as simulator sickness, can be attenuated.

Key words: Virtual Reality; Virtual Environments; Video Games; Product

I. Índice

Resumo.....Error! Bookmark not defined.

Abstract.....Error! Bookmark not defined.

I. Índice **viii**

II. *Índice de Figuras* *xi*

III. *Lista de abreviaturas* *xiii*

Glossário **xiv**

CAPÍTULO 1..... **1**

1.1 *Contexto e Relevância* 3

1.2 *Definição do Problema* 4

1.3 *Questão de Investigação* 5

1.4 *Hipótese*..... 5

1.5 *Motivações e Benefícios* 6

1.6 *Objectivos da investigação*..... 7

1.7 *Organização do documento* 8

1.8 *Técnicas de recolha de Informação* 9

CAPÍTULO 2..... **11**

1.9 *- Estado da Arte*..... 13

1.10 *Conceitos* 14

1.11 *Continuum da Realidade e Virtualidade*..... 15

1.12 *Os 3 I's da Realidade Virtual* 16

1.12.1 *Imaginação* 17

1.12.2 *Interação*..... 18

1.12.3 *Imersão*..... 19

1.12.4 *Presença* 20

1.13 *Realidade Virtual* 21

1.14 *A Relação entre a Realidade Virtual e os Jogos de Vídeo*..... 22

1.15 *Jogos de Vídeo* 25

CAPÍTULO 3..... **29**

1.16 *Organização do documento* 31

1.17 *Jogos de Vídeo mais Populares* 31

1.18 *Jogos de Vídeo com Vista na Terceira Pessoa* 32

1.19 *Jogos de Vídeo com Vista na Primeira Pessoa*..... 33

1.20 *Construção de um Envolvimento Virtual* 34

1.20.1	Modelação	37
1.20.2	Render	38
1.20.3	LOD – <i>Level Of Detail</i>	39
1.21	Map	42
1.21.1	Normal Map	42
1.21.2	Bump Map	46
1.22	UVW	48
1.23	Edição UVW	49
Capítulo 4	52
1.24	Introdução	54
1.25	Descrição da Amostra e Procedimento	54
1.26	Variáveis	57
1.26.1	Variáveis Independentes	57
1.26.2	Variáveis Dependentes:	57
1.27	Hardware e software	58
1.28	Apresentação e Interpretação de resultados	58
1.28.1	Avaliação Quantitativa	59
1.28.2	Avaliação Qualitativa	62
CAPITULO 5	70
1.29	Disseminação	71
1.30	Contributo	72
1.31	Perspectivas Futuras	73
Trabalhos Extra	74
Referências Bibliográficas	76
1.32	Anexo 1 – LOD	1
1.32.1	PARTE I	1
1.32.2	PARTE II	8
1.33	Anexo 2 – Normal Map	1
1.34	Anexo 3 – Unwrap UVW	21
1.35	Anexo 4 – Bump Map	1

II. Índice de Figuras

Figura 2 Os três I's da Realidade Virtual. Imagem adaptada de Burdea, 1993.....	17
Figura 3 - Personagens do filme de animação Toy Story.	23
Figura 4 - Jogo "Bounce"	24
Figura 5 - Oculus Rift. Visualização estereoscópica.....	24
Figura 6 - Imagem de Final Fantasy. Full Anime (2012).....	26
Figura 7 - Angry Birds. Digital Trends (2013).....	27
Figura 8 - Lara Croft, Personagem "Tomb Raider".	33
Figura 9 - Vista na Primeira Pessoa. Aplicação de treino de tiro ao alvo para telemóveis "Practice Range"	34
Figura 10 – Jogo de Vídeo "Portal", Vista na Primeira Pessoa.	35
Figura 11 - Exemplo de ambiente minimalista do Jogo de Vídeo "Portal".	36
Figura 12 Demonstração de faces triangulares em um modelo 3D.....	37
Figura 13 Modelo de um extintor com dois LODs aplicados a respectiva contagem de polígonos.	40
Figura 14 Modelo convencional com elevada contagem de polígonos	41
Figura 15 LOD do modelo da cama, com reduzida contagem de polígonos.	41
Figura 16 - Aplicação de uma textura. Processo simplificado.	42
Figura 17 - Projeção do Normal Map de um modelo detalhado para um simples. Imagem adaptada de (Araújo 2012).	43
Figura 18 - Modelos originais dos quais foram produzidos os Normal Map.	45
Figura 19 - Modelos Low Poly utilizados na aplicação nos Normal Map	45
Figura 20 - Renders dos Normal Map por ordem respectiva.....	45
Figura 21 - Exemplo de um Bump Map. Eyeon (2011).....	47
Figura 22 Relação entre coordenadas.....	48
Figura 23 - Unwrap UVW de um modelo 3D utilizado no presente projeto de trabalho.	50
Figura 24 - Modelo 3D convencional da cadeira.	55
Figura 25 - Modelo 3D Convencional da cama.....	55
Figura 26 - Vista em Perspectiva de topo da enfermaria.....	56
Figura 28 - Modelo 3D da cadeira de acompanhante com técnicas de texturização aplicadas, referente ao TMTJV.....	63
Figura 29 - Cama referente ao TMTJC.....	64
Figura 30 - Cama referente ao TMTJV.....	65
Figura 31 - Vista da entrada da enfermaria com TMTJC.	66
Figura 32 - Vista da entrada da enfermaria com TMTJV.....	66
Figura 33 - Vista do corredor com TMTJC.	67
Figura 34 - Vista do corredor com TMTJV.....	67

Figura 35 - Vista geral com TMTC.....	68
Figura 36 - Vista geral com TMTJV.	68

III. Lista de abreviaturas

BC – *Batch Count*

CGI – *Computer Generated Imagery*

EV – Envolvimento Virtual

Fps – *Frames por segundo*

HP – *High Poly*

HMD – *Head-Mounted Display*

JV – Jogos de Vídeo

LOD – *Level of detail*

LP – *Low Poly*

OGRE - *Object-oriented Graphics Rendering Engine*

RGB – *Red, Green and Blue*

RV – Realidade Virtual

TMTC – Técnicas de Modelação e Texturização Convencionais

TMTJV – Técnicas de Modelação e Texturização em Jogos de Vídeo

VPP – Vista na Primeira Pessoa

VTP – Vista na Terceira Pessoa

Glossário

Batch Count

Número de passagens que o motor de render necessita de fazer para renderizar determinado objeto, referente à geometria desse mesmo modelo.

Computer Generated Imagery

Referente a qualquer imagem ou imagens que são criadas através de um computador.

Envolvimento Virtual

Representação tridimensional gerada computacionalmente de um mundo virtual, no qual o utilizador interage com o mesmo através de determinados equipamentos tecnológicos, como o HMD, por exemplo.

Head Mounted Display

Dispositivo ou capacete que contém pequenos monitores na direção dos olhos do utilizador. Gera imagens que são vistas de uma forma tridimensional. Geralmente um HMD tem incorporado um sensor (*tracker*) que regista os movimentos de cabeça do utilizador que altera a orientação da imagens simulando movimento no mundo virtual.

LOD

Modelo 3D com uma contagem de polígonos diferente de um mesmo objecto. Aplicado com o objetivo de obter um maior ou menor detalhe do modelo 3D, dependendo da importância do mesmo para o cenário ou mesmo a distância a que o modelo se encontra do utilizador.

No caso de um modelo 3D, longe da posição em que o utilizador se encontra e do seu campo de visão, o mesmo não necessita de ter um nível de detalhe elevado, poupando assim cálculos adicionais ao sistema computacional.

Modelo 3D

Simulação de algo (objeto, cena, envolvimento) real, em um programa de modelação 3D.

OGRE

Motor de render 3D *open-source*, em tempo real, utilizado comumente no desenvolvimento de Jogos de Vídeo.

Polys

Número de polígonos contido numa superfície de um determinado objeto 3D

RGB

Significa Vermelho (*Red*), Verde (*Green*) e Azul (*Blue*), as três cores primárias que dão origem a todas as outras, da paleta de cores.

Realidade Virtual

A palavra "Realidade" significa o estado de ser real ou verdadeiro, pelo que a "*Virtual*" remete para algo que "é quase", que não existe no mundo real.

Nesse sentido, o termo "Realidade Virtual" é com o objectivo de fazer referência a um cenário tridimensional, gerado computacionalmente, que pode ser interativo e explorado pelo utilizador, onde o mesmo pode manipular objetos e realizar determinadas tarefas num mundo que não é real, mas simulado.

Render

Processo onde é gerado uma imagem a partir de um modelo 3D (ou modelos 3D) pelo meio de programas computacionais.

Trackers

Dispositivo, ou sensor, electrónico que recolhe informação sobre a sua posição e/ou orientação no mundo físico e a transmite para o sistema informático.

CAPÍTULO 1

1.1 Contexto e Relevância

A unidade de investigação do ErgoVR encontra-se inserida no laboratório de ergonomia ErgoVR, criado em 2008 e desenvolve a sua atividade no ErgoLab - Laboratório de Ergonomia da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa.

A equipa do ErgoLab é uma equipa multidisciplinar com elementos de Ergonomia, Informática, Psicologia, Arquitetura e Design. A sua atividade principal está centrada na modelação de EVs e no estudo e otimização da interação humana no design ergonómico. O presente estudo foi desenvolvido na Unidade de Investigação ErgoVR. O ErgoVR tem projetos financiados pela FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia), como o estudo sobre sinalética de segurança, onde o presente projeto de investigação se insere. O projeto de sinalética de segurança, intitulado “Os Avisos de Segurança do Futuro: A Realidade Virtual no Estudo dos Avisos de Base Tecnológica”, tem como objectivo principal a criação de sinalética do futuro que procura ser mais dinâmica e eficaz na captação da atenção do utilizador de forma a aumentar as taxas de consonância comportamental com estes sinais. Para atingir este objectivo e por questões de ética e segurança, a utilização da RV no estudo é a chave do sucesso, não só pelo facto de impedir que sejam causados quaisquer danos físicos no utilizador, mas também por ser a solução mais próxima da realidade sem perigos e a um custo mais baixo. Perante os vários cenários realizados, podem ser estudadas as interações dos participantes com os Evs e com diversos sinais de segurança, em tempo real. Existe uma necessidade emergente de criação de EVs que sejam credíveis e reproduzam um EV mais realista que, ao mesmo tempo consiga ser representado em

tempo real pelo sistema de RV e que não sofra de constrangimentos técnicos, como por exemplo o *delay* entre *Frames*¹ que interfiram na realização da experiência.

Dentro deste contexto, o presente projeto tem uma relevância acrescida e de interesse para o ErgoLab, dado que pode também melhorar a qualidade gráfica dos EVs do ErgoVR, através da aplicação de determinadas técnicas utilizadas na modelação e texturização de JV (explicadas posteriormente no texto).

1.2 Definição do Problema

Um sistema de RV utiliza o render em tempo real². Em situação normal, para renderizar um produto ou ambiente, o *hardware* necessita de alguns minutos, que podem variar consoante a complexidade da modelação. Na RV, o processo de renderização acontece em tempo real e as imagens variam dependendo dos movimentos e orientação do utilizador.

Atualmente, para que a RV seja utilizada de forma eficaz em experiências académico-científicas é necessário garantir parâmetros mínimos de velocidade de renderização, de forma a não provocar atrasos na transição das imagens vistas em tempo real, que podem

¹ Um *frame* é uma única imagem renderizada. A palavra *frame* também é referente a uma unidade de tempo, neste caso, em 3D. O número de frames por segundo necessários para ter um vídeo ou EV fluido depende de cada situação e é relativo. Por exemplo, num filme, o número de *frames por segundo* (fps) é de 24

²O termo *renderização* parte da palavra *render* e é relativo ao processo pelo qual o *hardware* calcula como é que a imagem final deve aparecer perante o utilizador, após o EV estar pronto a ser utilizado. É um processo que requer um elevado grau de esforço por parte do *hardware*

estar relacionados com desconfortos e enjoos sentidos por algumas pessoas ao utilizarem a RV. Por outro lado, muitas vezes os EVs são modelados por investigadores não profissionais do 3D, utilizando técnicas que, quando aplicadas aos EVs (quer a nível de modelação quer de texturização), podem prejudicar o desempenho do *hardware* e, consequentemente, causar atrasos na transição de imagens (que são renderizadas em tempo real) e/ ou provocar enjoos e desconforto no utilizador, diminuindo assim o seu grau de imersão e presença.

1.3 Questão de Investigação

A questão que se coloca para esta investigação é: Quais as técnicas de modelação mais apropriadas para a modelação e texturização dos Evs utilizados em Realidade Virtual, de forma a garantir parâmetros de velocidade e renderização, aumentando a qualidade gráfica e o realismo dos Envolvimentos Virtuais?

1.4 Hipótese

A tarefa ou produto a avaliar definem quais os requisitos que o EV tem de ter para se verificarem resultados positivos. Ao estudar-se um produto, como por exemplo a sinalética de segurança ou sinais indicadores de caminho, em que as questões de *wayfinding* sejam importantes, então o EV tem que garantir qualidade suficiente que auxilie o sentido de orientação do utilizador naquele espaço (Darken e Cevik 1999). Entretanto, independentemente das questões relacionadas com o design do EV, existem parâmetros

quantitativos e qualitativos que devem ser monitorizados durante a modelação dos EVs, de forma a garantir uma boa performance do sistema. Estes parâmetros estão normalmente relacionados com: i) quantidade *Frames* por segundo (Fps) exibidos pelo sistema numa simulação em RV; ii) número de polígonos na cena, uma vez que quanto maior este número, menor a velocidade de renderização; e o iii) *Batch Count* (i.e, número de passos que têm que ser feitos para fazer o render da cena 3D).

Se se obtiver uma maior fluidez, então espera-se a obtenção de um realismo dos Evs mais elevado..

1.5 Motivações e Benefícios

A presente proposta pretende identificar quais as técnicas de modelação e texturização mais apropriadas para os EVs utilizados em trabalhos académico-científicos, eficazes, e que requisitos necessitam de preencher para obterem uma maior fluidez, sem comprometer o realismo, na data da sua experimentação, isentos de constrangimentos técnicos e, assim, permitir uma optimização do sistema de RV.

Além das referidas técnicas de modelação e texturização aumentarem o grau de realismo ao mesmo tempo que otimizam a utilização computacional do sistema de RV, ajudam os designers a terem uma melhor perspetiva do funcionamento do programa e sistema de RV, na medida em que vão aprendendo qual a melhor técnica a aplicar a cada elemento do EV para obterem uma maior fluidez de cena, no futuro. Por se tratarem de técnicas não aplicadas até ao momento pelos designers no ErgoVR, as mesmas encontram-se detalhadamente explicadas sob a forma de tutoriais, em anexo ao presente documento.

A ferramenta de modelação utilizada pelo ErgoVR é o Autodesk *3d Studio Max* e o motor gráfico de renderização, o OGRE (*Object-oriented Graphics Rendering Engine*). Um motor de render *open-source* que é utilizado como *plugin* pelo sistema de RV do ErgoLab para a renderização em tempo real.

Os tutoriais, apesar de serem maioritariamente para a utilização dos membros da equipa, por referirem técnicas aplicáveis neste determinado *software* que é comumente utilizado por outras instituições de pesquisa académica que recorrem à modelação 3D, espera-se que facilmente se possam implementar em outros locais, para cumprir as necessidades de pesquisa em RV. Todos os membros da equipa do ErgoVR trabalham e modelam os EVs no *software* de modelação 3D mas não profissionais da área, pelo que existe a necessidade de acesso a métodos e técnicas de modelação 3D. Acresce a necessidade de um grau de realismo o mais elevado possível, sem que o EV exija demasiado computacionalmente do sistema de RV, revelando-se uma mais-valia no processo de criação de ambientes virtuais.

1.6 Objectivos da investigação

O objetivo deste estudo é a avaliação de técnicas de modelação e texturização utilizadas em Jogos de Vídeo (JV) para *a posteriori* serem aplicadas a EVs utilizados para fins académico-científicos. Particularmente, serão testadas técnicas de texturização que aumentem o realismo dos envolvimentos virtuais e simultaneamente reduzam o esforço do sistema de RV e se possam verificar se as técnicas de modelação e texturização desenvolvidas ao longo do trabalho de pesquisa acrescentam, de facto, melhorias significantes no desempenho do *software* em utilização relativamente à renderização em tempo real. Se a interação com o EV sofrer de constrangimentos de ordem técnica do

sistema, que não os próprios da tarefa a avaliar, os resultados podem ficar comprometidos na sua validade.

Além do realismo nos *inputs* visuais, auditivos e hápticos (relativo ao tato), que o sistema de RV pode garantir, por vezes estes não são suficientes para garantir uma comodidade suficiente na utilização do mesmo.

O presente projeto tem como finalidade a criação de EVs onde seja possível assegurar uma experiência de RV eficaz para poder, *a posteriori*, avaliar as interações do utilizador com um determinado produto/ambiente. A imersão do utilizador no EV é crucial, para tal, procura-se o maior realismo possível para esse ambiente.

Os elementos dos EVs do ErgoVR baseiam-se nos elementos de qualquer um outro cenário real do dia-a-dia do utilizador em ambientes interiores, mas com a particularidade de acontecerem em cenários de emergência, como por exemplo uma fuga a um incêndio.

1.7 Organização do documento

O presente projeto de trabalho encontra-se organizado em 5 capítulos:

Primeiramente, a Introdução, no capítulo 1, onde o tema em estudo é enquadrado e os seus objetivos definidos, a organização do documento, seguidos pelas técnicas de recolha de informação utilizadas.

No capítulo 2 encontra-se a fundamentação teórica, com os conceitos chave utilizados no decorrer do projeto de estudo, necessários à compreensão do mesmo e a relação entre a RV e os JV.

O capítulo 3 apresenta o desenvolvimento do produto, ou seja, dos EVs em estudo. Determinadas técnicas utilizadas pelo mundo dos JV são analisadas com a finalidade de as aplicar ao presente projeto.

O foco do capítulo 4 é a Metodologia empregada no projeto. É descrita a experiência realizada e a respectiva recolha de dados, bem como a análise dos dados recolhidos.

O final do projeto de estudo encontra-se no capítulo 5, onde são descritas conclusões após o término da observação dos resultados. No mesmo capítulo dá-se a conhecer os meios utilizados para a disseminação do projeto de estudo, perspetivando-se a sua adoção por parte de outras entidades do género do ErgoLab.

1.8 Técnicas de recolha de Informação

O principal componente para o início do presente projeto passa pela pesquisa a realizar antes de dar início à modelação dos EVs. O desenvolvimento do melhor EV para futuras experiências em Realidade Virtual com a finalidade de testar/validar técnicas de modelação utilizadas por JV, passa pela pesquisa e cruzamento de três áreas fulcrais: Design, Ergonomia e Psicologia. Estas três áreas, quando estudadas e manipuladas alteram a compreensão que o utilizador tem do EV e consequentemente da sinalética em estudo, sendo influenciado pelo ambiente em que se encontra. A reação à luz, às cores, às dimensões do EV e grafismos do mesmo, entre outros, influência diretamente a sua percepção da mensagem.

Nesta etapa serão estudados artigos e livros sobre Realidade Virtual, Ambientes Virtuais, Percepção e Comunicação, Psicologia, Ergonomia, Metodologias, e técnicas de modelação utilizadas em JV.

CAPÍTULO 2

1.9 - Estado da Arte

A História conta o progresso dos artefactos como representação e recriação de certos aspectos da realidade física, desde a linguagem, desenhos e escultura, dos primórdios da Humanidade, até aos mais modernos artefactos, como a fotografia, televisão, áudio e mais recentemente as tecnologias associadas ao desenvolvimento dos computadores, como é o caso da representação 3D (Loomis et al. 1999).

Biocca e Levy (1995) afirmam que, ao contrário da televisão, a vinda a público da Realidade Virtual é bastante mais difícil de datar.

Originalmente concebida com o objectivo de criar espaços virtuais em que o utilizador pudesse aceder aos mesmos através de um equipamento computacional (Sutherland 1965), a RV é uma área que cria a ilusão de que o utilizador está inserido no mundo criado de forma virtual. A ideia de oferecer ao utilizador a oportunidade de navegar através de mundos que até agora só existiam na imaginação, criou grandes expectativas quando o termo *Realidade Virtual* começou a ser utilizado.

Segundo Kim (2005) esta experiência é denominada de “*sintética*”, “*ilusória*” ou “*virtual*” devido ao facto de a estimulação sensorial do utilizador ser simulada e gerada pelo sistema.

During the 1990s other related terms emerged: virtual environments and synthetic environments. Now, much of the original hype of VR has disappeared due to unfulfilled promises. Technology was not ready to make computer-generated worlds as believable as reality (Gutiérrez et al. 2008).

Atualmente, com o avanço da tecnologia, pode-se considerar que foram criados EVs “aceitáveis” para ambientes de treino e/ou entretenimento.

A ilusão é gerada através de computadores que criam ambientes em 3D nos quais o utilizador pode navegar e, até mesmo, manipular objetos. Estas ações determinam a

interação com o EV. A interação é possível devido a dispositivos colocados no utilizador, como por exemplo o *Head-Mounted Display* (HMD), luvas e sensores (ou *Trackers*) e *Joystick*. O utilizador imerge, assim, numa experiência que não seria possível no mundo real, como voar ou navegar através do espaço.

Um sistema de RV requer uma renderização e atualização dos gráficos em tempo real. Os HMD são, normalmente, os dispositivos utilizados para criar a visão estereoscópica, ou seja, a ilusão de 3D. Por último, um sistema de sensores ou *trackers* são utilizados para captar os movimentos físicos do utilizador, com o objetivo de os transportar para o EV.

Burdea e Coiffet (2003) defendem que o objetivo principal da RV é criar, no utilizador a ilusão de estar num EV que pode ser entendido como um local credível e com interação suficiente para a realização de certas tarefas com eficiência. Para tal, é necessária a apresentação de um EV o mais real possível a nível gráfico.

1.10 Conceitos

Os conceitos de RV podem mudar dependendo do autor. De uma forma geral, podemos dizer que o objetivo principal da RV é criar a ilusão de presença num mundo que não é físico, que é gerado através de computadores (Reid 2002). Para tal existem factores importantes a ter em consideração, que descrevem a experiência da RV.

De acordo com Kim (2005), o sucesso de uma experiência em RV depende do factor *Presença*. A *Presença* cria uma experiência em RV mais real e assim o desempenho do utilizador no EV assemelha-se mais ao comportamento que este teria no mundo físico. O cérebro humano processa estímulos e, providenciado de estímulos visuais, auditivos, hápticos e proprioceptivos (capacidade em reconhecer a localização espacial do corpo sem

utilizar a visão), transformam os estímulos numa representação mental para o utilizador. O mesmo autor afirma que são estes estímulos e a noção de *Presença* que provocam no utilizador a sensação de que este se encontra num outro espaço, diferente daquele onde está seu corpo físico: o EV. No entanto, pode dizer-se que apesar de se poder obter elevados graus de *Presença* e *Imersão*, o utilizador está sempre consciente das duas realidades em que se encontra: a Virtual e a Real.

Para Gutiérrez, Vexo e Thalmann (2008) os conceitos fundamentais são também a *Imersão* e a *Presença*. Para estes autores, a *Imersão* está diretamente relacionada com o tipo de sistema de RV que é utilizado. Os autores defendem que o conceito de *Presença* é subjetivo e está associado ao utilizador do ponto de vista psicológico, isto é, o “estado” de *Presença* verifica-se quando o cérebro processa um conjunto de estímulos e sensações ao mesmo tempo, como imagens, sons, entre outros e, admite para si que este conjunto de estímulos é um ambiente com o qual o utilizador pode interagir e realizar determinadas atividades.

1.11 Continuum da Realidade e Virtualidade

Milgram (1994) foi quem propôs a ideia de criar um *Continuum* da Realidade e Virtualidade (Figura 1). É uma forma de entender e classificar os diferentes tipos de tecnologias existentes. De um lado, temos a RV pura, onde tudo é gerado computacionalmente e existe um quase total isolamento do mundo físico por parte do utilizador. No extremo oposto podemos observar o mundo físico, sem qualquer CGI (*Computer Generated Imagery*). É no meio que encontramos a *Mixed Reality*, onde as simulações combinam o mundo físico com imagens virtuais: Realidade Aumentada e Virtualidade Aumentada. A Realidade Aumentada existe onde a maioria das imagens é real com pequenas intervenções de CGI, como por

exemplo a aplicação que capta a imagem do mundo físico e complementa essa imagem com informação virtual. No campo da Virtualidade Aumentada observa-se um ambiente em que a maioria das imagens são CGI, como é o caso da apresentação meteorológica.

Reid (2002) defende o envolvimento do utilizador num mundo virtual e o fornecimento de informação visual e áudio, são suficientes, para que este substitua, por momentos, o mundo físico pelo virtual. Este mundo, como o físico, deve oferecer a oportunidade de exploração, interação e grafismo para que a experiência seja o mais real possível. A mesma autora afirma que a possibilidade de interação e navegação contribuem para a imersão do utilizador.



Figura 1 Continuum da Realidade Virtual

1.12 Os 3 I's da Realidade Virtual

Pode concluir-se, através da revisão da leitura escrita no documento que a RV é Interativa e Imersiva, no entanto existem mais factores a ter em conta referentes ao tema, nomeadamente um terceiro "I": Imaginação. São estes "I's" que formam o trio Imersão-Interação-Imaginação, como podemos ver na Figura 2. A parte da RV relativa à Imaginação é a capacidade mental do utilizador em perceber algo que não está lá (Burdea 1993).

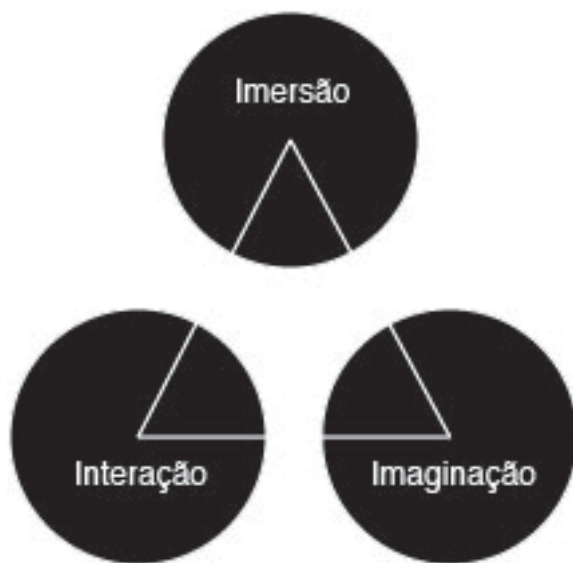


Figura 2 Os três I's da Realidade Virtual. Imagem adaptada de Burdea, 1993

1.12.1 Imaginação

Segundo Ceia (2010) ,o conceito aristotélico de imaginação está ligado ao senso comum, ou seja, está ligado à parte da mente que é responsável pela representação compreensível das coisas. Por outras palavras, a imaginação consiste no processo mental das coisas que não são imediatamente presentes aos sentidos do ser humano. É uma forma de representação daquilo que se sente não existir no mundo próximo.

Para Hume (1998), a imaginação é um conjunto de imagens, ou seja, é o que acontece quando se relacionam várias imagens. O mesmo autor afirma que este é um dos meios mais livres do entendimento humano.

O papel da RV deriva preponderantemente do papel ocupado pela imaginação de cada utilizador. Este é um componente importante, uma vez que permite ao utilizador sentir-se envolvido em um EV ao interagir com o mesmo através de um determinado conjunto de movimentos. O elemento “imaginação” é relativo a cada indivíduo, no entanto, dependendo do EV apresentado, é possível transcender os seus limites até um certo ponto.

1.12.2 Interação

A interação do utilizador com o EV deve ser natural, eficiente e a adequada ao público-alvo da experiência e objectivos da mesma (Stanney et al. 2003).

De modo a permitir a interação entre o utilizador e o sistema de RV, é necessário o uso de interfaces especialmente projetadas para recolher os *inputs*³ relativos aos movimentos do utilizador. Após processar a informação, o sistema de RV transmite os *outputs*⁴ ao utilizador (Gráfico 1).

De acordo com Burdea e Coiffet (2003), o objetivo dos investigadores é adquirir formas cada vez mais rápidas e naturais de interação entre o utilizador e o EV. Assim, é possível ultrapassar os meios de interação através de um teclado de computador e rato.

3

Input é o conjunto de informações que chegam a um sistema (organismo, mecanismo) e que este vai transformar em informações de saída. (Wikipedia 2013)

4

Output é o conjunto de informações que saem de um sistema (organismo/mecanismo) depois de este transformar as informações de entrada (Wikipedia 2013)

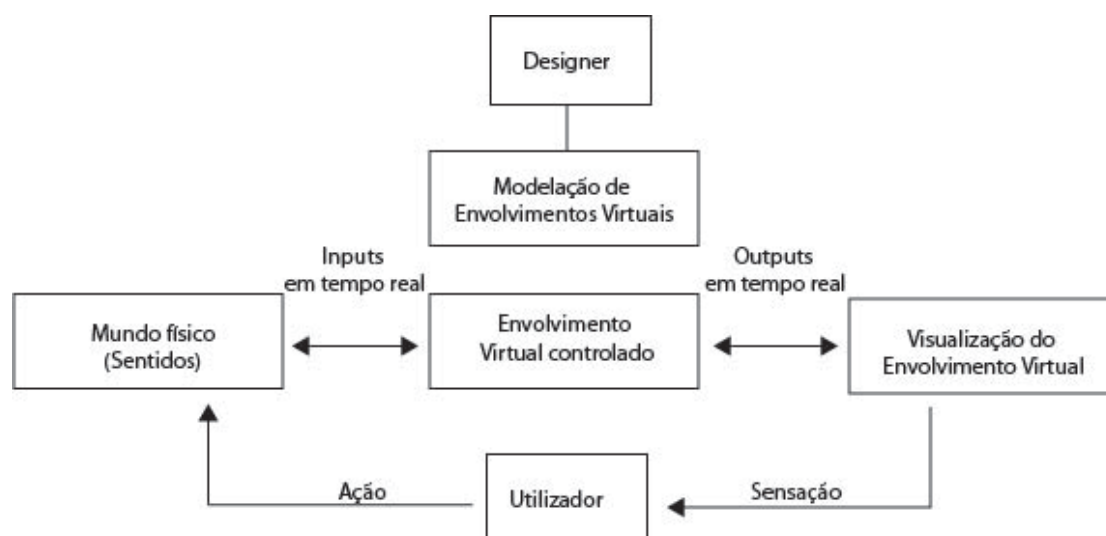


Gráfico 1 Diagrama das funções básicas de um sistema de Realidade Virtual. Adaptado de Biocca & Levy, 1995.

1.12.3 Imersão

Segundo Biocca & Delaney (1995), o termo *Imersão* ou *Imersivo*, refere-se ao grau a que o EV submete a percepção do utilizador, num estímulo gerado computacionalmente. Quanto mais o sistema, ou neste caso, o EV cativar os sentidos perceptuais do utilizador, ou bloquear estímulos externos (do mundo físico), mais o EV é considerado imersivo. O factor *Imersão* é considerado essencial num EV. A capacidade de fazer com que um utilizador se abstraia do mundo físico está diretamente relacionada com o design e qualidade do EV e do *hardware* utilizado pelo sistema de RV. Nas palavras de Witmer & Singer (1998), a Imersão pode ser mais facilmente denotada e controlada que a Presença.

Os EVs imersivos oferecem um novo paradigma na utilização da RV, uma vez que o utilizador deixa de ser um simples espetador do EV num monitor sem qualquer tipo de interação e passa a ser um participante ativo, interagindo com o EV.

De acordo com Gutiérrez, Vexo & Thalmann (2008), a imersão está relacionada com a disposição do utilizador no mundo físico, ou seja, os sistemas de RV podem ser classificados como *Totalmente Imersivos* (sistemas que utilizam HMD), *Semi-Imersivos* (visualização do EV projetado em monitores de larga escala) e *Não Imersivos* (visualização do EV em monitores convencionais).

1.12.4 Presença

Autores como Stanney (1998) defendem que a presença é uma percepção subjetiva associada à psicologia do utilizador. É a sensação de presença que o utilizador tem de si mesmo num EV, ao invés da sua localização física real. O grau de Presença do utilizador pode influenciar os resultados da experiência.

Quando as simulações sensoriais do EV são processadas pelo cérebro e entendidas pelo mesmo como um ambiente coerente, o utilizador pode realizar determinadas tarefas e interagir com o EV. O estado de Presença é atingido quando o utilizador está consciente de que está num EV, no entanto esse factor é momentaneamente esquecido devido à sua capacidade e abstração do mundo físico em detrimento do Virtual (Gutiérrez et al. 2008).

Nas palavras de Deol (1999) existem aspectos a ter em conta na construção de um EV que ajudam no aumento do sentido de Presença: atribuir detalhes ao EV que revelem as partes mais importantes em que o utilizador necessita de interagir com o EV, como por exemplo construir um EV simples mas mantendo uma imagem natural e realista utilizando texturas, objetos, formas e sons que aumentem o realismo do mesmo.

1.13 Realidade Virtual

A RV é um meio que envolve simulação 3D em tempo real e interação com um EV através de estímulos sensoriais que recorre a vários meios de estimulação de várias áreas sensoriais, de forma a conseguir uma sensação de presença e imersão por parte do utilizador (Sutherland 1965).

The main goal of VR is to create in the user the illusion of being in an environment that can be perceived as a believable place with enough interactivity to perform specific tasks in an efficient and comfortable way. There are two main factors that describe the VR experience from the physical and psychological points of view: immersion and presence (Gutiérrez et al. 2008).

Qualquer outro meio de representação simples, como por exemplo, um livro ou uma pintura, pode proporcionar um sentimento semelhante, em que o utilizador se abstrai do mundo ao seu redor em detrimento do texto ou pintura que está a ler. Pode afirmar-se, de uma forma geral, que a RV é um meio de transportar o utilizador para uma outra realidade onde, embora não se encontre fisicamente presente, o utilizador tem a sensação de que está lá, como se for tida em consideração o *Continuum* de RV no extremo oposto aos meios de representação referidos anteriormente, Rebelo (2011) afirma que é possível encontrar o meio proposto por Sutherland (1965) em “*The Ultimate Display*”, onde o autor se refere ao mesmo como sendo um espaço onde o computador controla a matéria.

Segundo Steuer (1992) existem diferentes definições de RV que são as mais populares e que fazem referência ao sistema de RV utilizado ao longo do presente projeto de investigação.

Steuer, citando Greenbaum (1992) defende que a RV é um mundo alternativo de CGI que responde aos movimentos do corpo humano. Estes ambientes são normalmente experienciados pelo utilizador através de um facto capaz de captar os seus movimentos e luvas com igual competência, auxiliado com óculos de visionamento virtual que contêm dispositivos producentes de som.

O termo *Realidade Virtual* foi adotado com o objetivo de designar os projetos da área de uma forma genérica por Jaron Lanier (1992). Esse mesmo termo normalmente refere as dimensões tridimensionais implementadas com dispositivos de áudio e vídeo em simultâneo e luvas de RV.

Apesar de existirem definições que variam em determinados aspectos, todas elas incluem perspectivas que conduzem a um mesmo ponto: que os meios utilizados para aceder aos EVs se verificam na utilização de óculos e luvas e, que são ambientes CG.

1.14 A Relação entre a Realidade Virtual e os Jogos de Vídeo

De acordo com Kim (2005) uma das fontes de confusão sobre o conceito de RV é como este se diferencia do conceito de 3D em JV ou computador.

Nas palavras de Zyda (2005), nas últimas décadas, a comunidade da RV tem expandido o seu trabalho envolvendo o mundo interativo do 3D e simulação visual. Presentemente o campo da RV é influenciado pelo mundo dos JV, verificando-se também o inverso, devido ao seu potencial de abranger mais interesse por parte do público-alvo. O mesmo autor afirma que, devido a esta tendência os pesquisadores de ambos os campos tendem a focar mais a sua pesquisa e desenvolvimento de projetos paralelamente à pesquisa do outro.

Ao analisar Beaton (2005) e para se compreender como é que a informação pode ser representada, é necessário avaliar os componentes da representação gráfica visual, um dos elementos chave envolvidos na evolução dos JV. Quando se recorre a um computador como objectivo de criar algo, é-se atribuído ao resultado o nome de *Computer Generated Imagery (CGI)*. São o produto e representação gráfica de material, texto e imagens, pelo meio de teclado, rato, caneta digital e outro *hardware/software* (SGIA - Glossary of Terms n.d.).

A utilização de CGI é um aspeto presente em todos os âmbitos. Na área da medicina, com os “Raio-X”. Em investigação criminal, ao serem analisadas as provas recolhidas no local do crime, é possível recriar como foi praticado o crime. No caso do cinema, a dinamização foi levada a um outro patamar com a incorporação da animação 3D, como é um exemplo, o filme *Toy Story* (Figura 3).



Figura 3 - Personagens do filme de animação Toy Story.

Mesmo sendo empregado em tão variadas áreas, a dos JV lidera na medida em que todos os JV utilizam *CGI* para exporem os seus mundos virtuais. Estes podem ser desde o mais

básico, como por exemplo manipular um círculo, 2D (Figura 4) até ao mais complexo e próximo da realidade possível, recorrendo ao 3D (Figura 5).



Figura 4 - Jogo "Bounce"



Figura 5 - Oculus Rift. Visualização estereoscópica.

1.15 Jogos de Vídeo

Do ponto de vista dos JV, Doyle (2011) afirma que a imersão é simplesmente a suspensão da descrença, ou seja, é o conceito de que o utilizador está disponível a aceitar que está a ver ou experienciar um mundo real e plausível, independentemente do quão irreal essa experiência possa ser. Por exemplo, o utilizador, num mundo virtual pode ser algo como uma planta a viajar pelo espaço entre planetas, o que não quer dizer que o mesmo se sinta menos imerso. A experiência de imersão também se verifica em ocasiões mais simples, como é o caso do cinema. No cinema, assiste-se a uma sequência de imagens que iludem a mente de que se está a ver movimentos contínuos na tela. No final do dia, a televisão não passa de uma imagem brilhante dentro de uma caixa e o cinema uma grande imagem em movimento numa sala escura (Walsh 2009).

Os JV são construídos com princípio na afirmação anteriormente referida por Doyle: “suspensão da descrença”. O jogador (chamado assim para evitar ambiguidade com a palavra “utilizador” referente à RV) reage ao JV e respetivo ambiente acabando por se esquecer, em parte, de que se encontra num mundo físico, em muito, diferente do apresentado pelo JV.

Quanto maior o nível de imersão que os equipamentos utilizados proporcionam, maior é a probabilidade do nível de presença aumentar e mais o jogador ou utilizador acredita que está de facto a viver a experiência virtual. Essa imersão é conseguida, em grande parte através da qualidade gráfica do JV.

“Creating elements of an experience that promote immersion are as much an art as it a science. The ‘holy grail’ for immersion in VR (Virtual Reality) which integrates and projects as many physical attributes into a virtual plain in order to create a sense of ‘total immersion’”
(Doyle 2011)

A empresa Bungie (2001), criadora de “*Halo*”, um JV que vendeu mais de um milhão de cópias em apenas quatro meses, defende que a qualidade dos gráficos (e de outros elementos, como a história em si) do EV é um ponto decisivo no sucesso de todos os JV 3D.

Do ponto de vista teórico de um JV, existem técnicas de imersão, neste caso, gráficas, que são aplicadas com o objetivo de estimularem e envolverem o intelecto do jogador.

Os JV podem ser classificados em duas categorias, de acordo com a técnica de imersão utilizada: Narrativo e *Gameplay*, como por exemplo *Final Fantasy* (Figura 6) e *Angry Birds* (Figura 7), respectivamente (Doyle 2011).



Figura 6 - Imagem de Final Fantasy. Full Anime (2012)

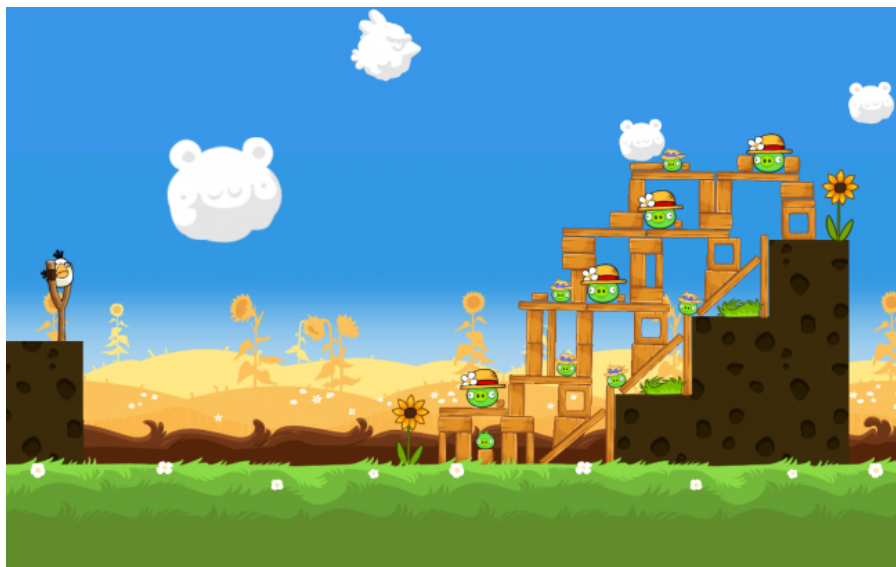


Figura 7 - Angry Birds. Digital Trends (2013).

Bracken (2009) afirma que quanto maior for a qualidade de imagem do JV, maior é a imersão dos jogadores. Analisando o esforço que empresas como a *Sony* e a *Microsoft* dedicaram à evolução de JV com gráficos cada vez mais realistas, pode concluir-se que é um ponto fulcral para captar a atenção de cada vez mais jogadores.

A imersão teórica (Bracken & Skalski 2009) é uma técnica recorrente em todos os JV, cujo objetivo é envolver e imergir o intelecto do jogador com histórias e enredos. No entanto, a tecnologia tem um papel de extrema importância relativamente à imersão física com histórias e enredos cada vez mais complexos e EVs cada vez maiores e de quase livre exploração por parte do jogador.

Apesar de existir um maior nível de presença por parte dos jogadores em JV com uma *Storyline*, estudos demonstram que os jogadores preferem JV com melhor qualidade gráfica (Wood et al. 2004). Schneider et al., (2004) realizaram uma experiência utilizando Vista na Primeira Pessoa (VPP) em JV e analisando os resultados do mesmo estudo, é possível ver que os jogadores pertencentes à amostra em que foi dada uma *storyline* demonstraram uma maior empatia e sensação de presença, do que os pertencentes à amostra em que não foi providenciada qualquer *storyline*.

Referindo Doyle (2011) o expoente máximo de imersão reside no *hardware* contido na RV. Embora os conceitos de RV tenham surgido primeiro que os JV, a qualidade dos seus ambientes não era credível o suficiente para os utilizadores do sistema. Com a evolução da capacidade gráficas dos JV a RV, que vai acompanhando os progressos, voltou a ter foco quando os seus ambientes evoluíram para uma melhor qualidade gráfica. Embora ainda esteja aquém dos JV, o objetivo de RV é transportar o jogador/utilizador para um EV com estímulos hápticos que trazem o mundo virtual ao físico.

Kim (2005) afirma que a diferença destes dois sistemas denota-se nos meios de interação com os ambientes onde a maioria dos JV 3D, com finalidade comercial, baseiam-se na manipulação através do teclado e rato do computador ou outras interfaces que não representam o movimento natural de uma pessoa. Os designers de jogos 3D têm como objetivo a construção de cenários interessantes e estimulantes para conseguirem o maior número de jogadores possível, enquanto os designers de RV, em alguns casos, se interessam na reprodução fiel dos ambientes com a finalidade de induzir uma experiência o mais real possível. Na RV é possível criar mundos imaginários e até mesmo com condições físicas diferentes do mundo físico a que o utilizador está familiarizado, para observar ou estudar o seu comportamento.

Se por um lado os JV procuram melhorar o seu grau de imersão recorrendo às tecnologias fornecidas pela RV, por outro, a RV pode recorrer às técnicas de construção e modelação utilizadas pelos JV, para tentarem aumentar também o seu grau de imersão, rentabilizando o seu *hardware* e atingindo novos níveis de realismo no campo do grafismo dos seus EVs.

CAPITULO 3

1.16 Organização do documento

O presente projeto de trabalho encontra-se organizado em 5 capítulos:

Primeiramente, a Introdução, no capítulo 1, onde o tema em estudo é enquadrado e os seus objetivos definidos, a organização do documento, seguidos pelas técnicas de recolha de informação utilizadas.

No capítulo 2 encontra-se a fundamentação teórica, com os conceitos chave utilizados no decorrer do projeto de estudo, necessários à compreensão do mesmo e a relação entre a RV e os JV.

O capítulo 3 apresenta o desenvolvimento do produto, ou seja, dos EVs em estudo. Determinadas técnicas utilizadas pelo mundo dos JV são analisadas com a finalidade de as aplicar ao presente projeto.

O foco do capítulo 4 é a Metodologia empregada no projeto. É descrita a experiência realizada e a respectiva recolha de dados, bem como a análise dos dados recolhidos.

O final do projeto de estudo encontra-se no capítulo 5, onde são descritas conclusões após o término da observação dos resultados. No mesmo capítulo dá-se a conhecer os meios utilizados para a disseminação do projeto de estudo, perspetivando-se a sua adoção por parte de outras entidades do género do ErgoLab.

1.17 Jogos de Vídeo mais Populares

Uma pesquisa sobre alguns dos JV mais populares que empregam 3D realista como base, revelou JV dos mais variados géneros:

Ação

Aventura

Luta

Vista na Primeira Pessoa (VPP)

Terceira Pessoa (VTP)

Vôo

Puzzle

Corrida

Estratégia (em tempo real ou por turnos)

Role-Playing

Simulação

Desporto

Jogos de Guerra

entre outros

1.18 Jogos de Vídeo com Vista na Terceira Pessoa

JV como *Tomb Raider*⁵ (Figura 8), são jogos de ação onde o personagem, ou avatar, é visível no monitor e o conceito do jogo reside fundamentalmente em disparar ou combater

⁵ Numa série de JV lançados ao longo de 15 anos, *Lara Croft* é a personagem principal pelo qual o jogador desenvolve o jogo. Uma baseada no sentido de terror, oferecida por cenários misteriosos e sombrios plenos de detalhes (Steinberg 2011).

inimigos ou obstáculos e onde toda a ação é observada do ponto de vista de uma terceira pessoa (VTP) (Schleiner 2001).



Figura 8 - Lara Croft, Personagem “Tomb Raider”.

1.19 Jogos de Vídeo com Vista na Primeira Pessoa

Zammito (2008) afirma que JV em VPP demonstram um melhor tempo de reação “olho-mão”. Isto acontece porque o utilizador transita no ambiente e procede na sua tarefa pelos olhos do avatar, originando um maior nível de imersão porque o jogador e a personagem vêm pelo mesmo ponto de vista (Novak 2008) como se pode observar (Figura 9).



Figura 9 - Vista na Primeira Pessoa. Aplicação de treino de tiro ao alvo para telemóveis "Practice Range"

Apesar de todas as técnicas utilizadas pelos designers de JV 3D, cada vez mais realistas, estes estão ainda limitados pelo *hardware* disponível. Falando em termos gerais, os JV assemelham-se à RV na medida em que oferecem ao jogador uma experiência virtual.

1.20 Construção de um Envolvimento Virtual

No interesse do desenvolvimento do presente documento, uma pesquisa mais detalhada reincidente sobre o JV *Portal*, um jogo VPP, atendendo que os EVs desenvolvidos ao longo do presente documento, são experienciados na primeira pessoa Figura 10.

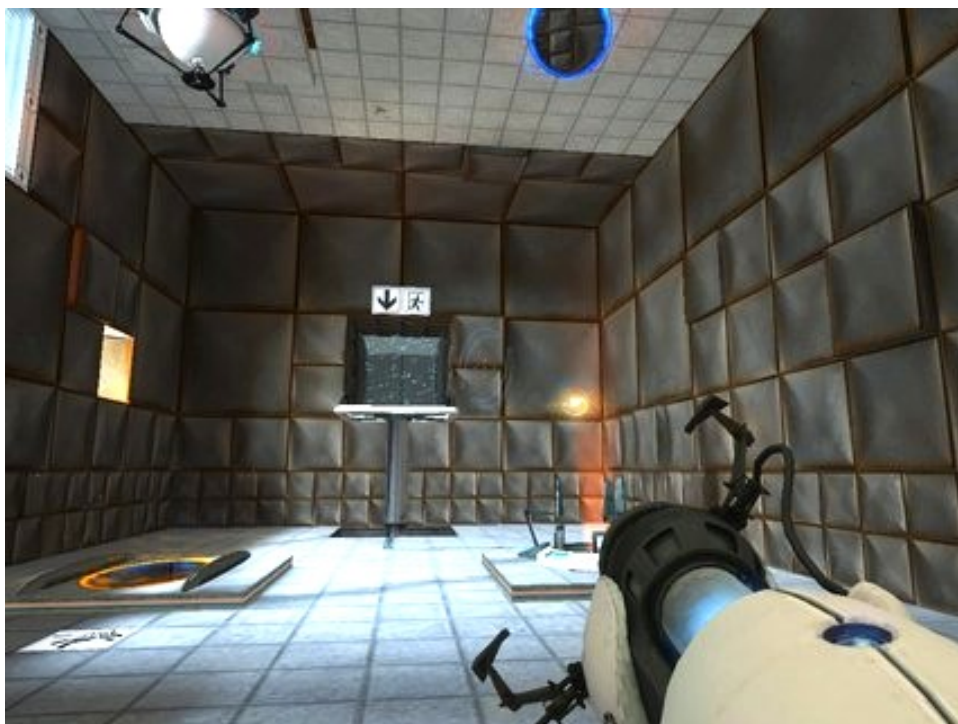


Figura 10 – Jogo de Vídeo "Portal", Vista na Primeira Pessoa.

Considerado o JV mais inovador da década (Game Developers Conference (GDC) 2012), *Portal* é um *brain teaser* em espécie de *puzzle*. A ação ocorre num laboratório enigmático onde os jogadores necessitam de resolver *puzzles* e desempenhar tarefas abrindo portais e manipulando objetos através do espaço compreendido através dos portais para progredir no jogo (Valve 2013).

Analisando o JV, pode verificar-se que se trata de um ambiente bastante minimalista (Figura 11), no entanto, realista. Os designers optaram por não colocar elementos decorativos desnecessários e não funcionais ao jogo devido ao facto de terem suplantado o tempo necessário para desenvolver o jogo no sistema de portais do jogo (VeanBurkleo 2010).



Figura 11 - Exemplo de ambiente minimalista do Jogo de Vídeo "Portal".

Apesar de conter ambientes mais simplistas que a maioria dos JV do mesmo gênero VPP e do mesmo ano, os cenários de *Portal* possuem bastante detalhe nos elementos minimalistas que lhes foram integrados, resultando num puzzle mais fácil de resolver por parte dos jogadores (Jeep et al. 2008).

É com base nestes preceitos que a escolha para a realização do presente projeto de trabalho recai sobre técnicas de modelação e texturização 3D utilizadas na indústria dos JV. Técnicas simples de implementar no ErgoVR, por pessoas não profissionais da área do 3D e que trazem não só um aumento do realismo dos EVs mas também de aproveitamento de *hardware*.

1.20.1 Modelação

A geometria de um objeto, ou modelo 3D, é composta por vértices, arestas, triângulos e polígonos. São estes os elementos que definem a superfície de um modelo, sendo possível manipular cada um individualmente, se necessário. No processo de criação de um JV, normalmente são utilizadas pequenas técnicas de modelação que diminuem o tamanho do modelo 3D, em termos de polígonos nas suas superfícies, e podem fazer uma grande diferença na fluidez do EV no momento da renderização em tempo real.

Independentemente do número de polígonos em cada face do modelo 3D que se está a modelar, no final, o sistema do JV, ou neste caso de RV, vai “repartir” a face do modelo 3D em faces triangulares para poder renderizar o modelo 3D de uma forma mais eficiente. Pode-se, portanto, desde o início, na modelação, criar um modelo 3D com faces constituídas por faces triangulares, ou *Tri's* como são denominados no campo da modelação 3D, e poupar o sistema desse cálculo adicional. Pode-se medir o número de *Tri's* do modelo no momento da modelação (Figura 12).

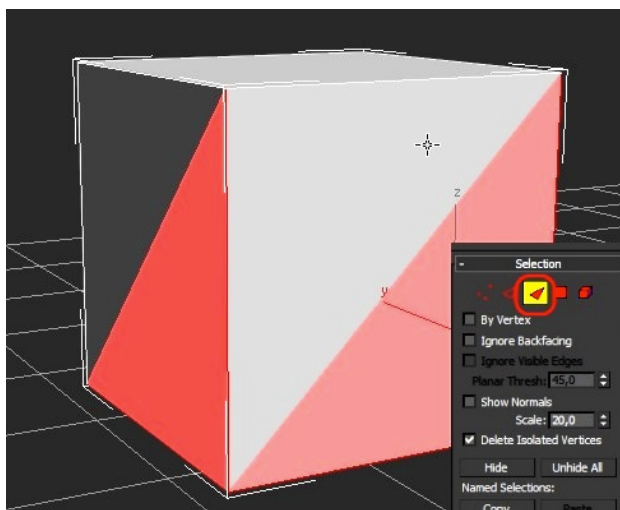


Figura 12 Demonstração de faces triangulares em um modelo 3D.

Quando um EV é criado, é necessário saber, desde o início, quais os elementos que se quer colocar e o nível de detalhe que se quer conferir.

1.20.2 Render

Segundo Derakshari (2007), CGI refere-se a qualquer imagem ou imagens que são criadas através de um computador.

Nas palavras de Gahan (2009) todos os tipo de *CGI* necessitam de ser renderizados para criarem uma imagem ou imagens, de si mesmo, ou seja, o render é o processo pelo qual o computador calcula como é que a imagem deve parecer após a definição da informação relativa à modelação, material e iluminação analogamente a um modelo 3D ou EV. O render é um processo que requer um elevado grau de desempenho por parte do computador e pode demorar.

Ao contrário de um render regular em 3D, que pode demorar desde minutos a horas, dependendo do nível de detalhe desejado, o processo de renderização do sistema de RV acontece em tempo real, e com uma média mínima de cerca de 60 *Frames* por segundo para que o EV seja fluido, tal como acontece nos JV. Tendo em conta este factor, quaisquer decisões feitas em relação à modelação e atribuição de materiais, como as texturas, dos modelos 3D, podem afetar a velocidade de renderização dos mesmos.

Atualmente existe no mercado uma vasta gama de sistemas de render, quer sejam integrados no *software* utilizado para a modelação dos Evs, quer sejam *open-source*.

O motor de render utilizado no presente projeto de trabalho é o OGRE, ou, motor gráfico orientado a objetos e em tempo real. De acordo com Araújo (2012), muitos designers

recorrem ao OGRE por ser um motor gráfico *open-source*, que contém uma alta gama de recursos, e de simples manipulação de texturas e materiais.

Esta ferramenta não é utilizada para modelação 3D, pois não contém o seu próprio modelador ou editor de cena. No entanto, é possível utilizar programas de modelação 3D, e edição como por exemplo o *3ds Max* e, posteriormente, exportar as cenas para o OGRE (Gráfico 2).

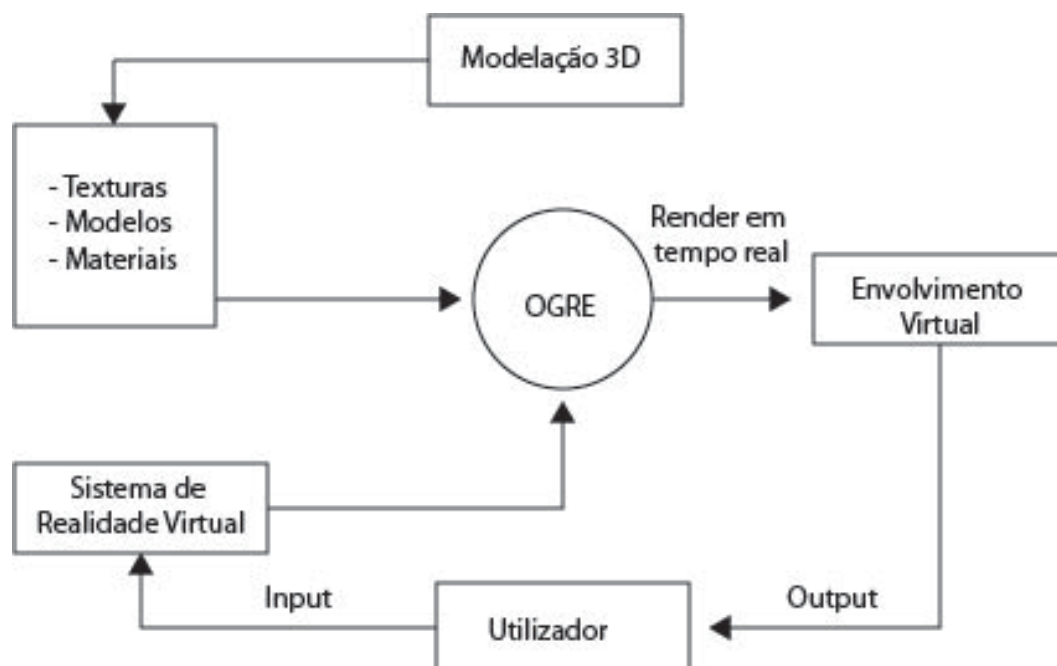


Gráfico 2 - Gráfico sobre a interação do motor gráfico de render com o sistema de Realidade Virtual.

1.20.3 LOD – *Level Of Detail*

Devido ao facto do presente projeto de investigação se desenvolver em paralelo ao estudo de certas técnicas utilizadas na construção de um JV, o LOD, acrónimo de *Level Of Detail*, é um ponto importante onde focar a atenção. O LOD é uma versão de um modelo 3D com um número de polígonos mais baixo que o modelo convencional (Figura - 14)



Figura 13 Modelo de um extintor com dois LODs aplicados a respectiva contagem de polígonos.

Segundo Gaham (2011), LOD é um modelo (objeto) utilizado em praticamente todos os JV hoje em dia. Por vezes os LODs têm uma menor resolução ou definição gráfica. Para um designer criar um LOD, deve procurar reduzir o número de polígonos, a redução do LOD poderá ir dos 30% a 70%, se for possível fazê-lo sem transformar o objeto numa forma incompreensível.

A necessidade de existirem LODs no EV que é criado deve-se ao facto de se ter que repetir aquele modelo várias vezes ao longo do EV, como por exemplo a cama da enfermaria, utilizada no presente projeto (Figura 14) para que não exija demasiado do sistema de RV (Figura 15).



Figura 14 Modelo convencional com elevada contagem de polígonos

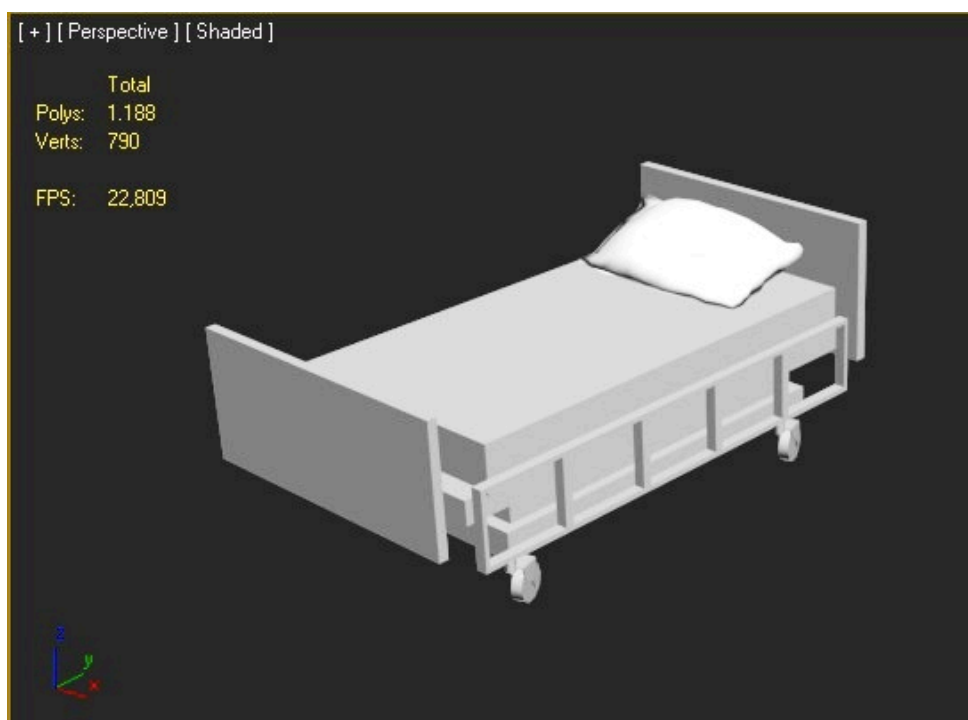


Figura 15 LOD do modelo da cama, com reduzida contagem de polígonos.

1.21 Map

Após terminar a modelação do modelo 3D, o passo seguinte é a aplicação de texturas. De acordo Gaham (2011) o termo textura, em modelação, refere-se às imagens que são aplicadas a um modelo 3D. O objetivo de uma textura é conferir a um modelo 3D um nível de detalhe superior, sem a necessidade de inserir estes detalhes na modelação, reduzindo o número de polígonos a serem renderizados pelo sistema de RV (Figura 16).

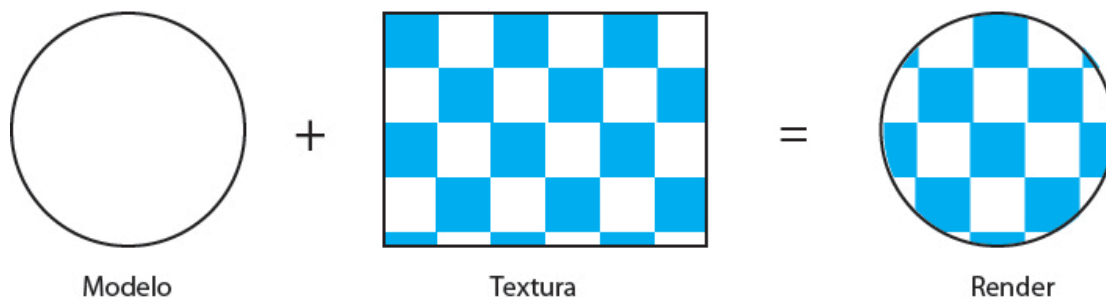


Figura 16 - Aplicação de uma textura. Processo simplificado.

Existem vários tipos de técnicas que recorrem a texturas para conferir um maior realismo ao modelo 3D:

1.21.1 Normal Map

A aplicação de um *Map*, ou textura, é geralmente o último passo na aplicação de materiais em modelação 3D. Aplicar um *2D Map* (textura) a um modelo, em um programa de modelação 3D, requer, por definição, instruções (*mapping*) para a textura poder ser aplicada à superfície do modelo.

Um Map é uma textura 2D de um modelo 3D com uma geometria mais complexa, aplicada à superfície de um modelo 3D de geometria mais simples. Quando uma textura é aplicada a um modelo 3D significa que se está a definir a sua aparência e detalhe depois do mesmo ser renderizado (Figura 17).

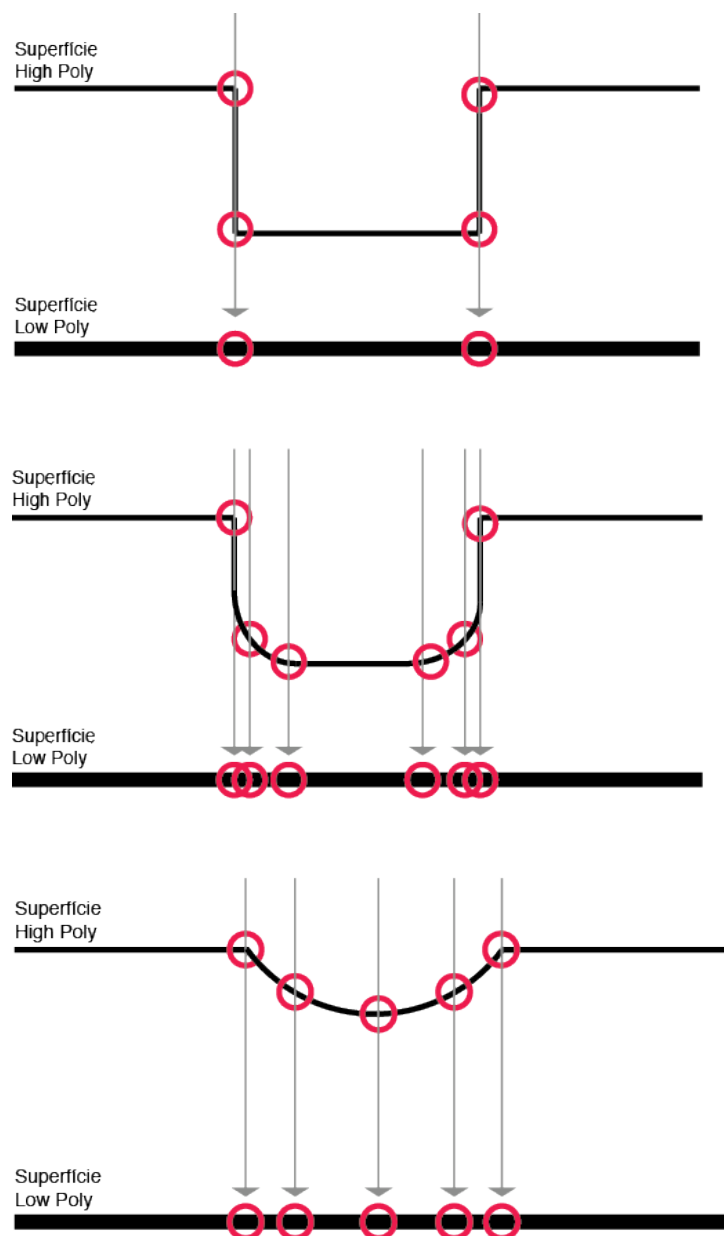


Figura 17 - Projeção do Normal Map de um modelo detalhado para um simples. Imagem adaptada de (Araújo 2012).

A técnica de *Normal Map* é a mais utilizada na maioria dos JV hoje em dia. Um *Normal Map* é uma imagem RGB (Red, Green and Blue) utilizada para atribuir a um objeto a aparência de que esse mesmo objeto contém muito mais detalhes do que na realidade tem (2011).

Os *Normal Map* são utilizados em modelação 3D com o intuito de aumentar o nível de detalhe e realismo dos ambientes criados. Criar um *Normal Map* é um processo adicional ao processo de modelação e atribuição de materiais do modelo que, apesar de elevarem o tempo de trabalho do designer, resultam num maior detalhe e, por conseguinte, um maior realismo. O objectivo dos *Normal Map* é fazer com que um determinado modelo 3D com um reduzido número de polígonos aparente ser um modelo com um elevado número de polígonos, ou seja, com um elevado nível de detalhe.

São aplicados ao modelo como se de uma textura se tratassem, no entanto o erro mais comum é considerar o *Normal Map* como uma textura convencional (Gaham 2011). Criar um *Normal Map* significa que existem dois modelos 3D do mesmo objecto, em que um tem um alto nível de detalhe e o outro é um LOD do primeiro ou um simples plano, dependendo do nível de complexidade do modelo, com se fosse uma textura, feita a partir do primeiro e, aplicada ao segundo (Anexo 2 –).

Como referido anteriormente, cada superfície de um modelo 3D tem a sua própria direcção (Figura 18). Os *Normal Map* operam armazenando a informação da direcção desse polígono nos canais RGB de uma textura. Essa informação armazenada nos canais RGB é utilizada para descrever a direcção de cada *pixel* em relação à superfície do modelo. Este tipo de detalhe reage à iluminação aplicada, em tempo real, como se os detalhes estivessem modelados na superfície do modelo (Figura 19 e Figura 20).

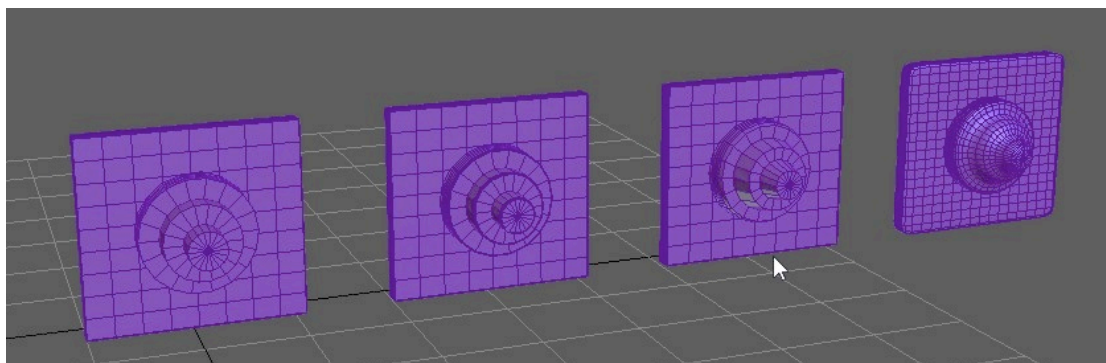


Figura 18 - Modelos originais dos quais foram produzidos os Normal Map.

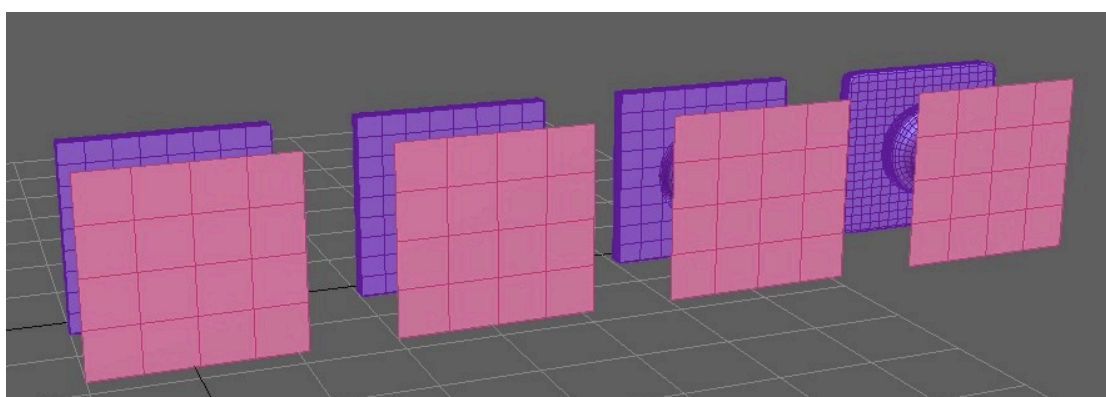


Figura 19 - Modelos Low Poly utilizados na aplicação nos Normal Map

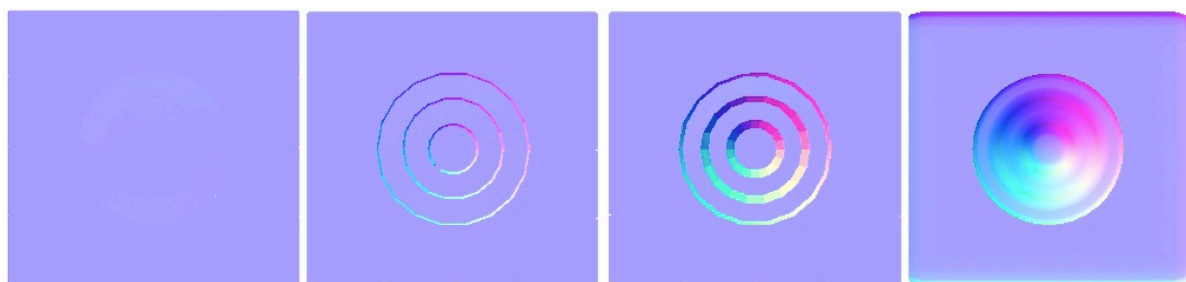


Figura 20 - Renders dos Normal Map por ordem respectiva.

Existem três tipos de *Normal Map*: *Tangent-Space*, *Object-Space* e *World-Space*. São duas técnicas muito semelhantes, no entanto a *World-Space* requer que o modelo 3D seja estático e na sua posição original. Enquanto que, de acordo com Chadwick (2013), *Object-*

Space é a técnica que se aplica a personagens, animais, bandeiras, entre outros elementos que necessitem de movimento. O *World-Space* é a mais utilizada, do ponto de vista da *performance* em relação à renderização em tempo real, sendo a técnica mais eficiente e por conseguinte, a utilizada no presente projeto de trabalho.

1.21.2 Bump Map

O *Bump Map* tem o mesmo propósito que o *Normal Map*, que é a simulação de um detalhe numa superfície de um modelo 3D mas, através de uma textura previamente existente sem existir a necessidade de recriar a superfície do modelo 3D com maior nível de detalhe. Trabalha apenas com os pixels da textura aplicada e, por isso, não altera a silhueta do modelo 3D. Pelo facto de trabalhar com as sombras de cada *pixel* do *Map*, oferece a sensação de que os mesmos estão afastados (a uma determinada distância) da superfície do modelo, em relação à câmara. O *Bump Map* consiste na ilusão do afastamento, de determinados detalhes, da textura em relação ao modelo sem, no entanto, modificar a superfície da textura, que continua a ser plana (Figura 21). Podem também ser utilizados *Maps* em escalas de cinzentos ou intensidade de cores de uma imagem RGB. O programa de renderização que está a ser utilizado para aplicar materiais interpreta os valores mais escuros como áreas mais profundas e os valores mais claros como áreas mais elevadas, em relação à superfície do modelo 3D.

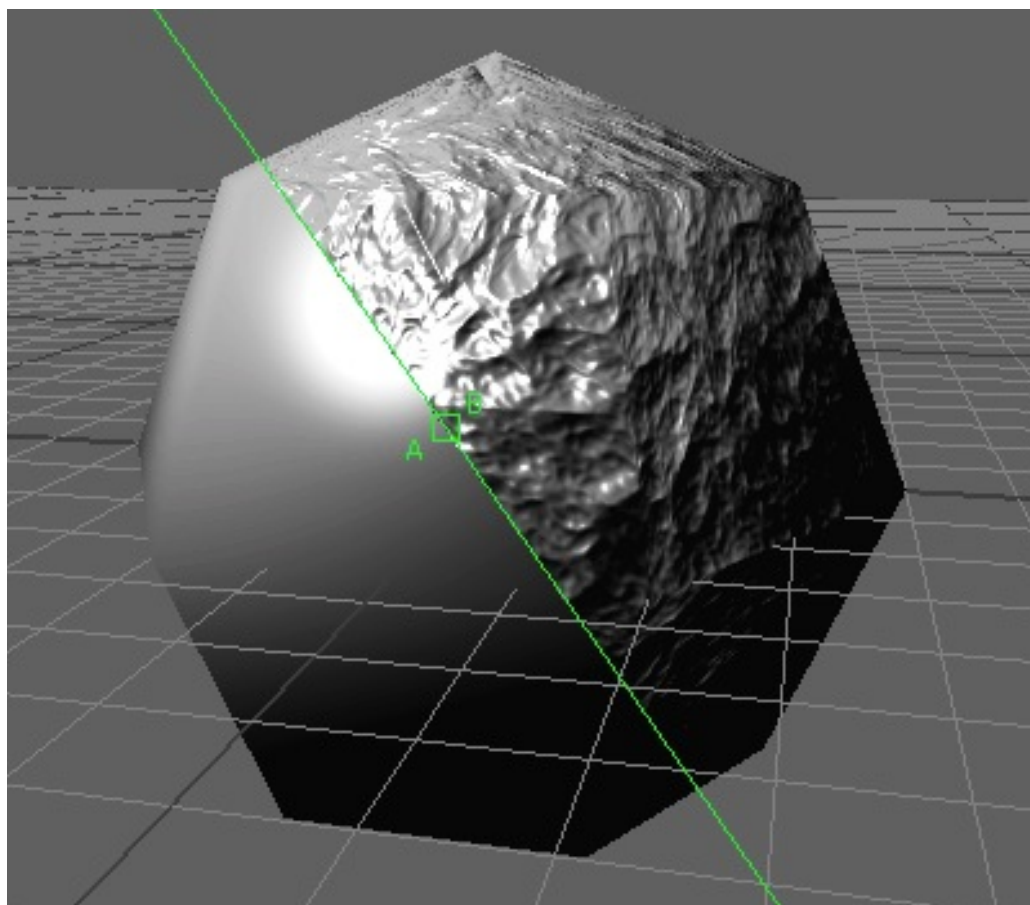


Figura 21 - Exemplo de um Bump Map. Eyeon (2011)

1.22 UVW

Segundo Gerhard & Harper (2011), o nome *UVW* é referente às coordenadas de uma textura. Elas indicam a direção de um material de uma forma similar aos eixos XYZ. As letras “UVW” diferenciam o mapa de coordenadas de designação comum do XYZ e foram escolhidas apenas devido ao facto de precederem o “XYZ” no alfabeto.

UVW é o termo utilizado para fazer referência ao modelo 3D, ou às faces seleccionadas desse mesmo modelo, que estão representadas nas coordenadas ao longo do plano horizontal ou vertical do *software* de modelação. “U” é relativo ao eixo do “X”, “V” ao eixo “Y” e “W” é um plano perpendicular ao “UV”, ou seja, é uma espécie de orientação, como “XYZ”, no entanto é relativo à orientação do material no objecto. Estes eixos podem ser alterados. O “W” é sempre perpendicular à posição do “U” e do “V” (Figura 22).

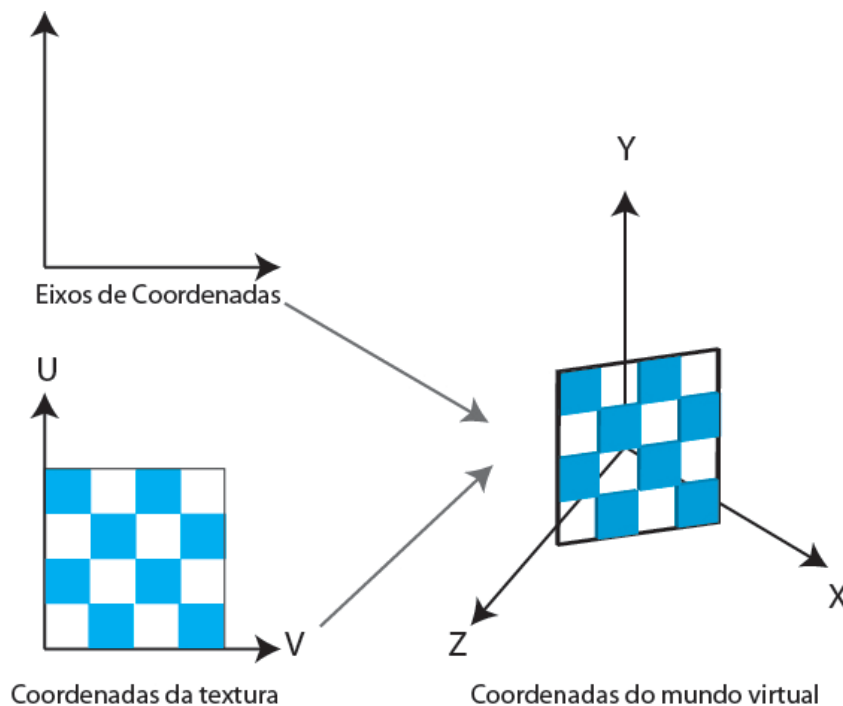


Figura 22 Relação entre coordenadas.

Resumindo, nas palavras de Davi (2013) *UVW Map* é a representação 2D de um modelo 3D onde é possível utilizar uma imagem comum numa representação 3D. Essa representação é

possível pois a representação do modelo 3D encontra-se sob a forma bidimensional e é possível cobrir o modelo de acordo com as coordenadas de cada polígono *UV Map*. As letras *UV* são utilizadas para definir os eixos da textura 2D enquanto o modelo 3D utiliza as coordenadas do eixo *XYZ* para se posicionar no espaço 3D.

1.23 Edição UVW

A melhor forma de colocar uma textura num modelo 3D é planificando esse modelo, ou seja, é necessário planificar as suas superfícies de forma a controlar cada área da textura através do seu desdobramento.

Em *3ds Max*, o *UVW Map* define a área a que vai ser aplicada a textura e o *Unwrap UVW* edita essas mesmas áreas. Estes pontos definidos pelo *UV* que podem ser manipulados não alteram a posição da textura, mas sim a forma como a mesma envolve a superfície do objecto.

Nos programas de modelação 3D, a opção de manipulação de um *Map*, geralmente, está associada às ferramentas de texturas e muitas vezes com o nome de “*Unwrap UVW*”. A principal função do *Unwrap UVW* é editar coordenadas dos mapas, visando aplicar texturas planas a objetos ou seleções desses objetos, como se pode verificar na Figura 23, onde a edição das coordenadas é demonstrada sobre forma de planificação do modelo 3D, explicada em detalhe no Anexo 3 – *Unwrap UVW*.

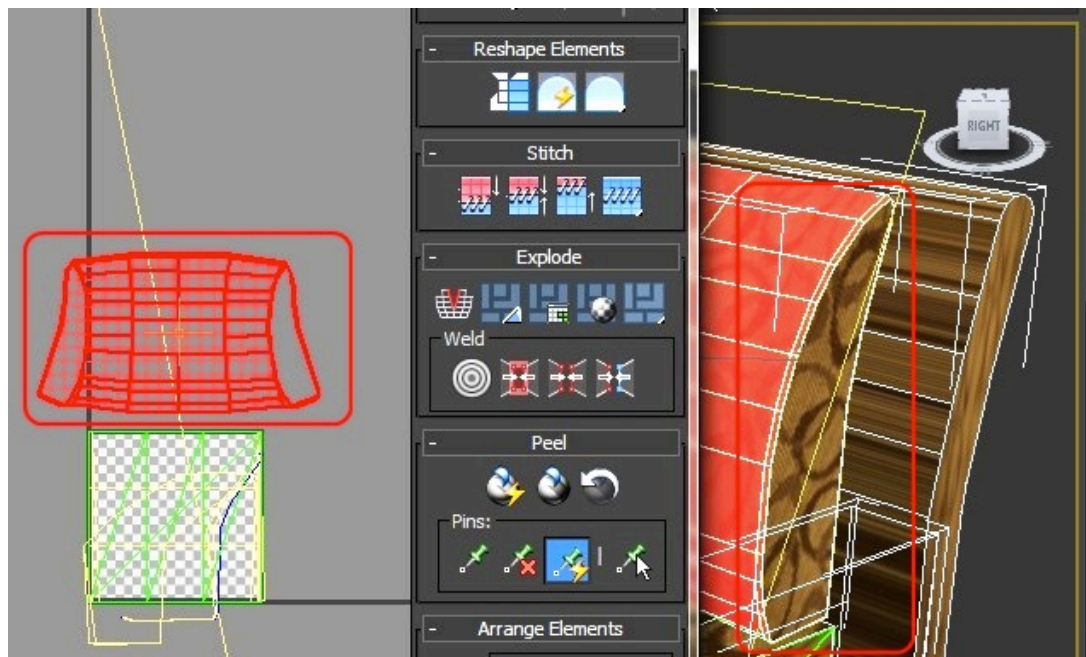


Figura 23 - Unwrap UVW de um modelo 3D utilizado no presente projeto de trabalho.

Capitulo 4

1.24 Introdução

Para se poder responder à questão de investigação (1.3) e se verificar a hipótese (1.4), foi necessário recorrer a uma metodologia experimental. Testaram-se duas técnicas de modelação e texturização. Uma técnica convencional de importação direta de modelos preexistentes, com atribuição direta de texturas e outra técnica, utilizada na modelação de JV. Estas técnicas foram aplicadas a dois modelos 3D e um EV com o objetivo específico de analisar as suas variações em termos de desempenho gráfico. É uma metodologia deliberada, controlada e seletiva, na qual é possível intervir alterando uma variável Independente para verificar seu efeito nas variáveis dependentes.

1.25 Descrição da Amostra e Procedimento

A amostra deste estudo foi constituída pelos modelos 3D e o EV, aos quais foram aplicadas as duas técnicas de modelação e texturização em comparação.

Ao nível dos modelos, foi utilizada uma amostra composta por uma cadeira (Figura 24) e uma cama em 3D (Figura 25) que foram retiradas de uma fonte gratuita da Internet (TurboSquid.com)

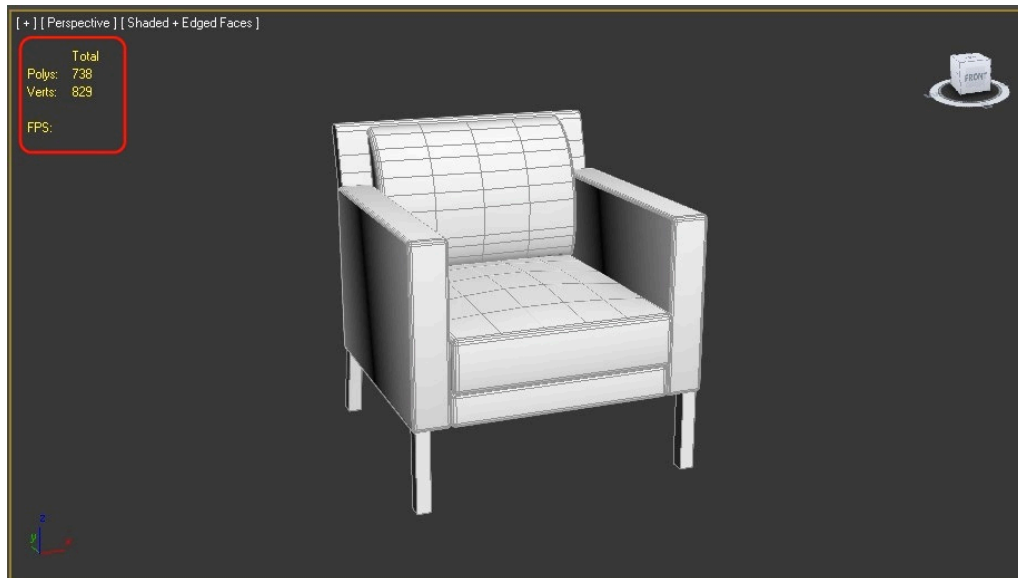


Figura 24 - Modelo 3D convencional da cadeira.

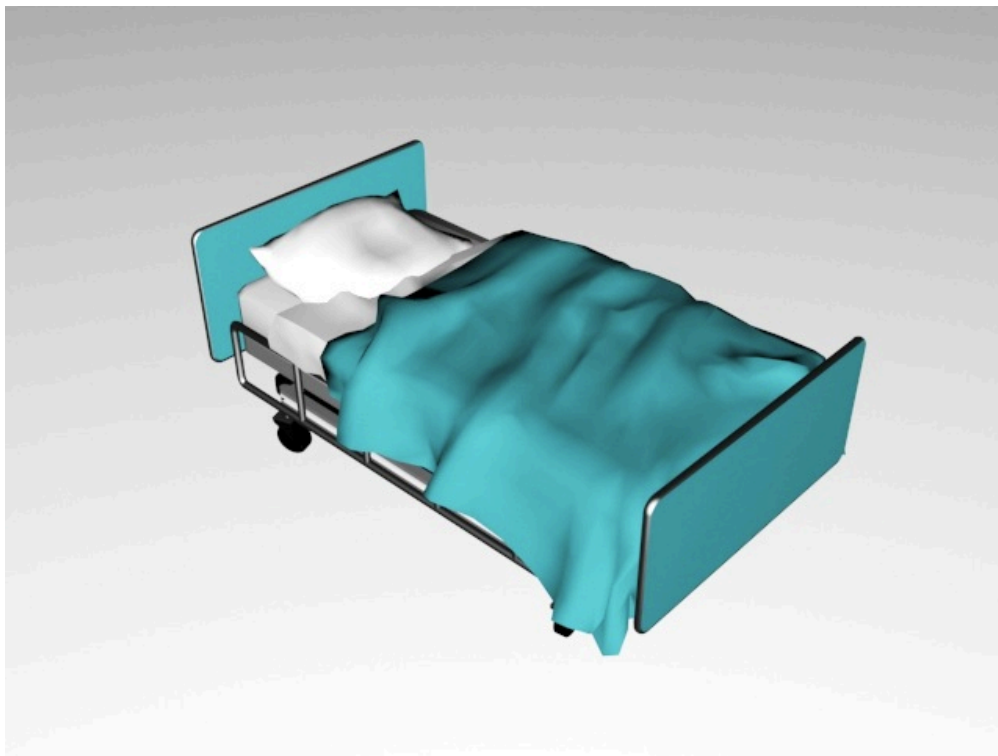


Figura 25 - Modelo 3D Convencional da cama.

O EV modelado, representa uma enfermaria de hospital composta por um corredor e uma sala de recobro com quatro camas, quatro cadeiras de acompanhante e armários e balcões modelados em *3ds Max* (Figura 26)

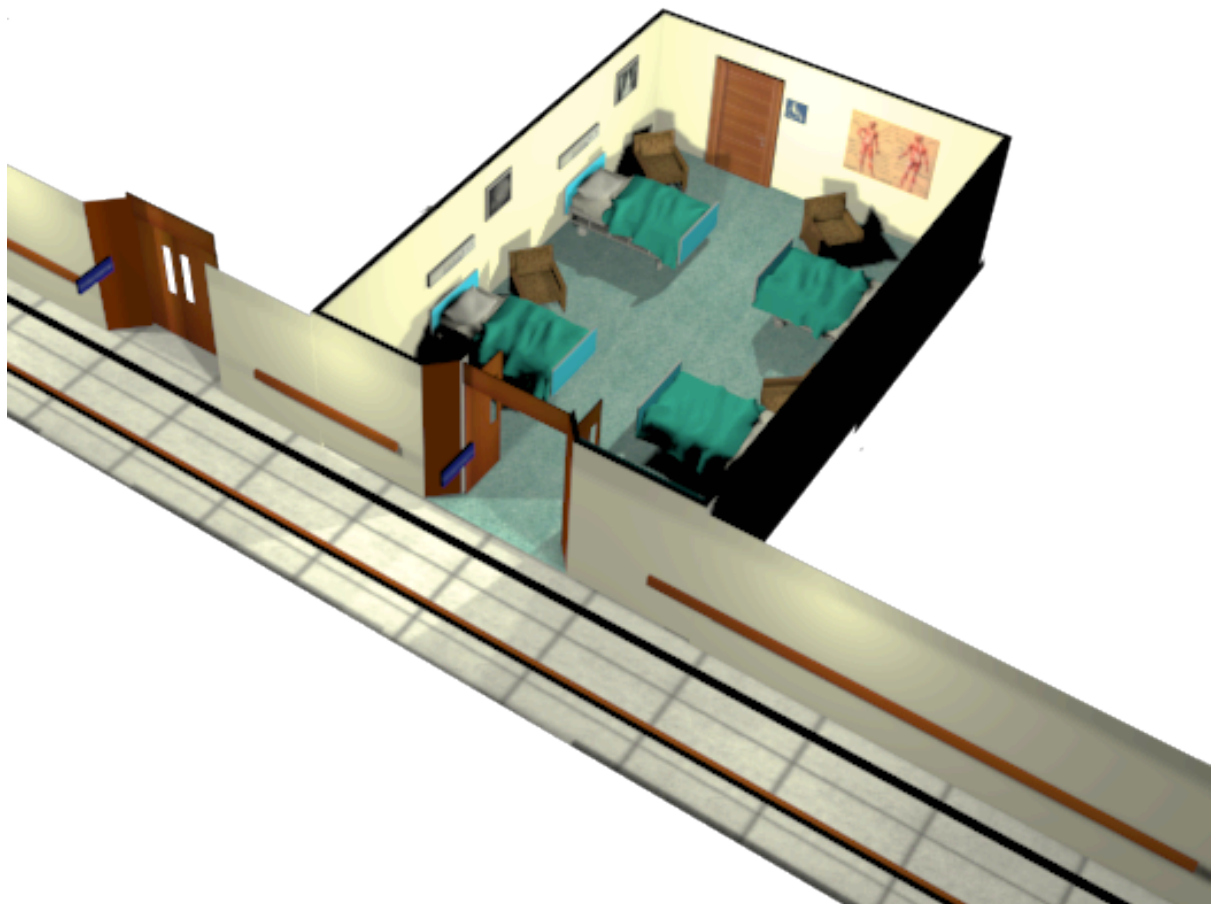


Figura 26 - Vista em Perspectiva de topo da enfermaria.

Em termos de procedimento, a aplicação de materiais nos modelos e EV, foi efetuada de duas formas diferenciadas. Primeiro sem a aplicação das técnicas de modelação e texturização existentes na área dos JV e que têm vindo a ser utilizadas no ErgoVR em

diversos trabalhos (e.g.(Duarte 2010; Vilar 2012)) e, segundo, recorrendo às técnicas usadas em JV (Anexos).

1.26 Variáveis

1.26.1 Variáveis Independentes

A variável independente é a técnica de modelação e texturização aplicada nos modelos e EVs. Esta variável tem dois níveis de aplicação: (1) técnicas de modelação e texturização convencional (TMTTC); e (2) técnica de modelação e texturização de JV (TMTJV)

1.26.2 Variáveis Dependentes:

1.26.2.1 Quantitativas:

As variáveis quantitativas foram avaliadas em relação ao número de *Batch Count*: que se traduz no número de passos que são necessários ao motor de render relativamente a cada modelo 3D e sua geometria para fazer o render do modelo ou EV. São elas:

- Dimensão ficheiro em KB ou MB no sistema operativo.
- Fps: Número de *Frames* por segundo.
- Número de Vértices: ponto comum entre os lados consecutivos de uma figura geométrica
- Polys: Número de polígonos que o modelo ou EV apresenta.

1.26.2.2 Qualitativas:

A avaliação qualitativa apresenta-se sob a forma de avaliação da coerência na aplicação de texturas: Orientação das texturas e nível de distorção Assim como a avaliação subjetiva do nível de realismo e detalhe observado.

1.27 Hardware e software

É de extrema importância referir que as avaliações foram realizadas com a utilização de um *hardware* específico: Macbook Pro (com sistema operativo Microsoft® Windows 7 – 64 bits) com um processador Intel Core 2 Duo 2.26 GHz com 4GB de RAM. Um modelo básico de um qualquer computador de venda ao público.

O *software* utilizado para a modelação foi o Autodesk® *3ds Max* com o exportador de cenas *Easy OGRE Exporter* para ser visualizado através de um visualizador para o OGRE.

1.28 Apresentação e Interpretação de resultados

Os resultados foram obtidos através da recolha de dados numéricos relativos à geometria dos modelos 3D e EVs. No caso do *3ds Max*, este faz a contagem de polígono e vértices de forma automática, representada no monitor, após cada alteração efetuada. Terminada a modelação e texturização necessárias, a próxima recolha de dados foi realizada no OGRE. Ao exportar o modelo 3D pretendido ou EV, para o OGRE, este, apresentava a cena em tempo real, no entanto, como o movimento através do espaço faz divergir a contagem de Fps e *Batch Count* e o movimento dentro de um EV nunca é igual nas duas situações. A solução passou por fixar câmaras num mesmo ponto, nas duas situações e, através de uma

posição estática, avaliar o seu desempenho. Assim, a recolha de dados quantitativos foi mais acurada, sendo que as duas hipóteses se encontravam na mesma situação e posição. Ao visualizar o modelo 3D ou EV no OGRE, o *software* faz um relatório em tempo real de Fps necessários à renderização da cena em estudo, bem como a respetiva contagem de *Polys* e *Batch Count*.

Em termos de avaliação quantitativa do desempenho gráfico, para os parâmetros *Batch Count*, *Polys* e *Vértices*, quanto menor o valor melhor, sendo que se traduz num melhor desempenho do *software* e *hardware*. Relativamente aos Fps quanto maior o valor melhor o desempenho gráfico.

1.28.1 Avaliação Quantitativa

A análise quantitativa corresponde à comparação entre os resultados obtidos pelo desempenho dos modelos 3D e EV quer ainda no *3ds Max* e mais tarde no OGRE. Apresentam-se primeiro os resultados relativos aos dois modelos (cadeira e cama) e posteriormente os que dizem respeito ao EV (enfermaria de hospital).

As tabelas Tabela 1 e Tabela - 2 são relativas à comparação entre as técnicas convencionais de modelação e texturização (TMTC) e as usadas nos JV (TMTJV), para a cadeira e cama, respectivamente no programa de modelação *3ds Max* e no programa de renderização em tempo real OGRE. A Tabela 3, apresenta os valores de desempenho para o EV.

Na Tabela 1 referente ao modelo 3D da cadeira de acompanhante verificou-se uma redução substancial do número de polígonos e vértices do TMTJV em relação ao TMTC com uma

redução de 480 polígonos. Como se pode verificar, o comportamento do TMTJV no OGRE aumentou em cerca de mais 171 Fps. A contagem de Fps é elevada nas duas técnicas, devido ao facto de se tratar de apenas um modelo não complexo e de fácil processamento para o sistema de RV. O tamanho do ficheiro sofreu uma redução muito ligeira.

Cadeira			
MAX	TMTC	TMTJV	Diferença
Polys	738	258	- 480
Vértices	829	149	- 680
OGRE			
Fps	567	738	+ 171
Polys	1860	496	- 1122
Batch Count	16	11	- 4
Dimensão do			
Ficheiro	288 KB	252 KB	

Tabela 1 - Análise comparativa do modelo 3D da cadeira de acompanhante.

A Tabela - 2 (cama) exhibe resultados de um modelo 3D mais complexo e pormenorizado do que o da cadeira. Observa-se na avaliação em *3ds Max* no TMTJV uma redução geométrica substancial de *Polys e Vértices*. Os resultados no OGRE, em termos de Fps e *Batch Count* não são muito diferenciados, e estão em ambos os casos num valor bastante elevado mas dentro dos limites exigidos (mínimo de 60 Fps), observando-se no entanto um factor positivo de aumento substancial de detalhe gráfico conforme se confirma na análise qualitativa. Em

termos de *Polys*, a aplicação de TMTJV provocou uma diminuição apreciável no número de polígonos (-4633).

Cama

MAX	TMTC	TMTJV	
Polys	15.371	10.738	- 4633
Vértices	7.865	5.494	- 2371

OGRE

Fps	421	427	+ 6
Polys	15.571	11.724	- 3847
Batch Count	50	52	+ 1

Tamanho do

Ficheiro	896 KB	652 KB
-----------------	--------	--------

Tabela - 2 Análise comparativa da cama da Enfermaria.

Na Tabela 3 podem observar-se os dados de comparação entre as técnicas estudadas para o EV da enfermaria.

Na comparação final de dados recolhidos das duas amostras, foi possível verificar-se que existiu um ganho substancial a nível geométrico tanto nos resultados no *3ds Max* por parte das TMTJV constando uma redução de 5.568 polígonos e 4.271 vértices em relação às TMC, como no OGRE, com uma diferença de menos 1.608 *Polys*. A diferença entre os Fps é quase irrelevante neste caso (+ 4 Fps), no entanto, tendo em conta que se verificou um aumento da qualidade gráfica do EV (Avaliação Qualitativa) e o número de Fps não reduziu,

é considerado um resultado de sucesso. Tendo os valores *Batch Count* baixado é mais importante que a contagem de Fps.

Enfermaria

MAX	TMTC	TMTJV	
Polys	47.390	41.822	- 5.568
Vértices	26.882	22.611	- 4.271

OGRE

Fps	74	78	+ 4
Polys	45.592	43.984	- 1.608
Batch Count	404	378	- 26
Tamanho do			
Ficheiro	1,68 M	1,75 M	

Tabela 3 - Análise comparativa do EV

1.28.2 Avaliação Qualitativa

A partir da comparação das imagens retiradas no decorrer da experiência no sistema de RV, procedeu-se a uma avaliação qualitativa, realizada através da observação subjetiva dos parâmetros anteriormente referenciados:

- Coerência na aplicação de texturas (Orientação das texturas e nível de distorção)
- Nível de realismo e detalhe observado.

Cadeiras

No contexto do modelo 3D das cadeiras de acompanhante do TMTC (Figura 27), foi possível observar a falta de orientação da textura, que aparentou em determinadas áreas, como a almofada das costas e a parte de trás, não ter textura aplicada, mas apenas uma cor. Verificou-se também irregularidade de padrão na almofada que apresenta a textura, com diferentes tamanhos.

Figura 27 - Modelo 3D da cadeira de acompanhante sem técnicas aplicadas referentes ao TMTC

No exemplo da cadeira de acompanhante do TMTJV com as técnicas aplicadas (Figura 28) foi possível ver as texturas aplicadas de forma uniforme em todas as faces denotando-se detalhes como as ranhuras da madeira dos braços e da rugosidade dos tecidos das almofadas.



Figura 28 - Modelo 3D da cadeira de acompanhante com técnicas de texturização aplicadas, referente ao TMTJV.

Em conclusão, pôde afirmar-se que o modelo respectivo ao TMTJV apresenta uma melhor definição de textura, posição e uma qualidade gráfica mais elevada, transmitindo-se num maior realismo do modelo 3D.

Cama

No caso da cama de hospital com TMTC (Figura 29) foi detetada uma distorção na textura na coberta que implica uma diminuição do grau de realismo. Sendo a textura apenas aplicada às faces, é possível ver a malha do tecido, no entanto não aparenta saliências.



Figura 29 - Cama referente ao TMTC.

Com TMTJV aplicadas (Figura 30), o material do cobertor da cama aparenta conter rugosidade e mais detalhe estando a textura isenta de distorções.



Figura 30 - Cama referente ao TMTJV.

Comparação dos EVs

As TMTC (Figura 31) revelaram-se com um maior realismo e qualidade gráfica em relação às TMTJV (Figura 32) acrescentando uma maior fluidez de imagem no decorrer do primeiro no sistema de RV.

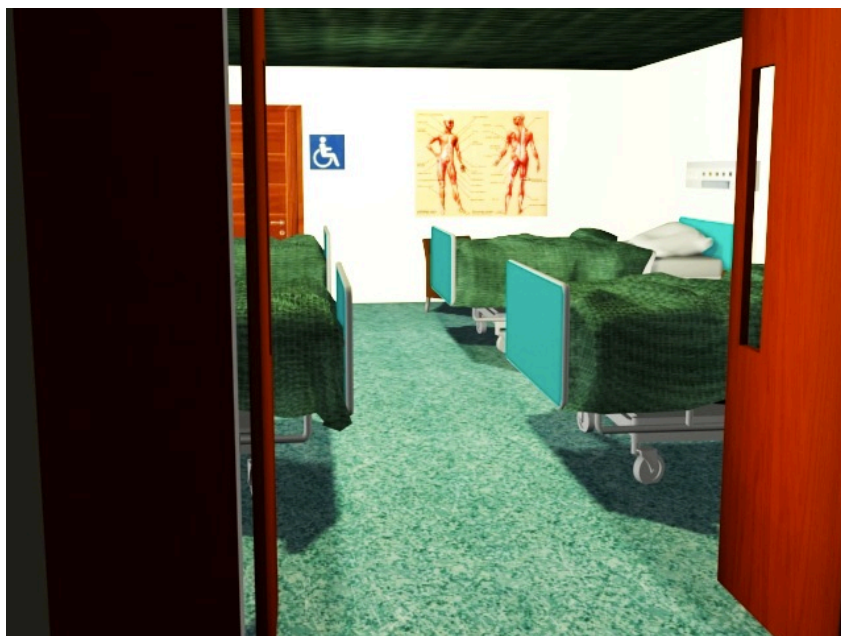


Figura 31 - Vista da entrada da enfermaria com TMTC.



Figura 32 - Vista da entrada da enfermaria com TMTJV.

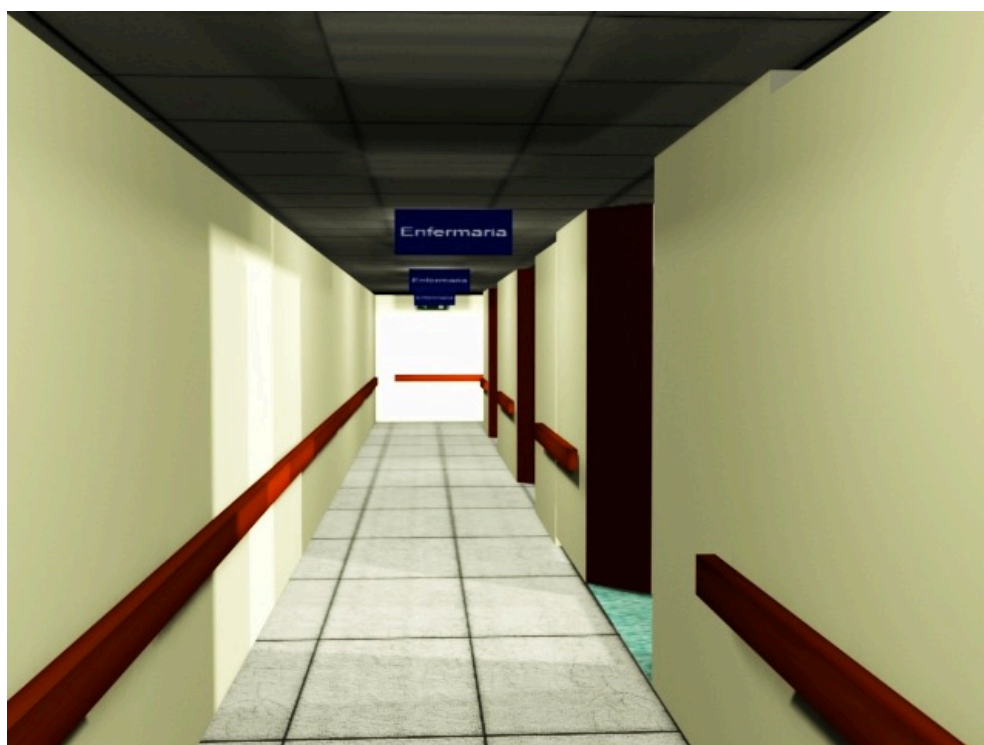


Figura 33 - Vista do corredor com TMTC.



Figura 34 - Vista do corredor com TMTJV.



Figura 35 - Vista geral com TMTc.



Figura 36 - Vista geral com TMTJV.

Concluindo, apesar de em determinados campos as TMTC se apresentarem com um número de Fps perto das TMTJV e de não se verificar uma diferença do número de polígonos com um intervalo maior, a qualidade gráfica e realismo obtidos no final com a aplicação das técnicas de modelação utilizadas na modelação de JV, atribui um benefício maior ao sistema de RV.

Verificou-se assim a hipótese colocada no início do presente projeto de trabalho em que, de facto, a intenção de aplicar as técnicas propostas nos modelos e EV e conseguir uma optimização, foi realizada com sucesso.

CAPITULO 5

Conclusões

A RV apresenta-se como uma valiosa ferramenta no campo da pesquisa académica e como vertente prática profissional em áreas tão diversas como a medicina, aeronáutica e militar.

Tem um enorme potencial de desenvolvimento que se tem verificado ao longo dos tempos.

A questão que se apresentou no início do documento inquiria quais seriam as técnicas de modelação mais apropriadas para a modelação e texturização dos Evs utilizados em RV, de forma a garantir parâmetros de velocidade e renderização, aumentando a qualidade e o realismo dos Evs. Para se descobrir a resposta a esta questão, o principal objetivo para o desenvolvimento deste projeto consistiu na especificação e teste de diversas técnicas de modelação e texturização em 3D que não requerendo grande complexidade para as aplicar, facilitariam o trabalho de modelação de EVs.

Dados os resultados obtidos, pode confirmar-se a hipótese de estudo (c.f. pg). A uma maior fluidez de imagem, avaliada por parâmetros de medida objectivos (e.g fps, polys, vértices) correspondeu a um maior realismo das imagens. Conclui-se assim, da validade da aplicação de técnicas usadas em JV para melhorar os EVs. Em termos de aplicação destes resultados para a unidade ErgoVR, pode concluir-se que eles são positivos em dois aspetos. Primeiro, os resultados em si, através das técnicas aplicadas, configuram um melhor aproveitamento dos recursos computacionais disponíveis. Segundo, os tutoriais disponibilizados ao grupo de investigadores do ErgoVr e eventualmente outros investigadores da área, constituem um guia valioso para aplicação da referidas técnicas.

1.29 Disseminação

A disseminação do presente projeto de investigação passa pela divulgação das técnicas aplicadas em forma de tutoriais (Anexos) pelos membros da equipa do ErgoVR bem como em instituições com necessidades semelhantes ao ErgoVR.

São documentos de fácil acesso e de compreensão simples que permitem uma melhor fluência de trabalho, poupando tempo e trabalho desnecessário por parte dos Designers, Arquitetos e Ergonomistas que não sejam profissionais do 3D.

1.30 Contributo

O presente projeto permite mostrar que uma nova forma de abordagem para um problema previamente existente sobre a modelação dos Envolvimentos Virtuais é possível. Por este motivo e com base nos resultados adquiridos este projeto apresenta soluções que solucionam a questão do tamanho dos Envolvimentos Virtuais com a finalidade de os tornar mais acessíveis e fáceis de criar, bem como a redução do seu tamanho e minimização da exigência do *hardware* de RV que, foi obtido com resultados positivos.

É um projeto de valor acrescido para o ErgoVR e de interesse para os membros integrantes da equipa devendo-se esse factor à facilidade de acesso aos tutoriais explicativos da aplicação das técnicas desenvolvidas e respetiva aplicação.

Pelo mesmo motivo e por ser adaptável a outras instituições que revelem uma situação semelhante (necessidade de modelação de EVs por parte de pessoas não profissionais do 3D), é possível contribuir para a simplificação do trabalho das mesmas.

Existe ainda a necessidade de salientar, que, as técnicas apresentadas são passíveis de serem aplicadas e adaptadas a outros programas de renderização em tempo real que suportem tipos de materiais da mesma categoria.

1.31 Perspectivas Futuras

O trabalho realizado não se apresenta como definitivo, pelo contrário, levanta novas questões de investigação. Seguem algumas propostas:

- Melhorar a versão atual em termos gráficos à medida que novos recursos vão saindo para o *software* em uso;
- Executar uma avaliação dos Evs com amostras de utilizadores com o objectivo de se verificar:
 - a) Menos casos de enjoo,
 - b) Se intervém de forma positiva na realização das tarefas por parte do utilizador no EV em questão,
 - c) Facilita a tarefa do utilizador.
- O projeto desenvolvido em primeira versão, possa ser explorado e melhorado, contribuindo para uma maior aproximação gráfica dos JV (que considero ser uma fonte de incentivo à melhoria de Envolvimentos Virtuais na pesquisa académica).

Trabalhos Extra

No decorrer trabalho no ErgoLab foram realizados outros trabalhos de 3D para diferentes membros da equipa, tais como:

- Modelação e animação 3D de um automóvel rodando sobre o seu próprio eixo com VPP do avatar e VTP, para a equipa apresentar num congresso no Brasil;
- Modelação e renderização de um projetor laser para a tese de mestrado de um colega de equipa (Marco Romani) e futura introdução nos cenários de teste;
- Modelação de dois cenários para testes a realizar de duas colegas de equipa (Marcela e Verónica);

Referências Bibliográficas

- Alvarado, Y. & Moyano, M., 2012. A virtual reality computing platform for real time 3D visualization. ... *de Ciencias de la ...*, pp.456–465. Available at: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/23646>.
- Araújo, J., 2012. Conhecendo o Ogre 3D. Available at: <http://www.pontov.com.br/site/index.php/ogre3d/221-conhecendo-o-ogre> [Accessed January 25, 2013].
- Beaton, C., 2005. *Augmented Reality Game*. Graduate School Informatics. Available at: <https://personal.cis.strath.ac.uk/mark.dunlop/misc/cit/projects/library/05/Catheren.pdf>.
- Biocca, F. e Delaney, B., 1995. Immersive virtual reality technology. In *Communication in the age of virtual reality*. pp. 57–124.
- Biocca, F. e Levy, M.R., 1995. *Communication in the Age of Virtual Reality*.
- Bracken, C.C. & Skalski, P., 2009. Telepresence and Video Games : The Impact of Image Quality. *PsychNology Journal*, 7, pp.101–112.
- Burdea, G. e Coiffet, P., 2003. Virtual reality technology. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 12(6), pp.663–664.
- Burdea, G.C., 1993. Haptic Feedback for Virtual Reality Haptic Feedback Interfaces.
- Ceia, C., 2010. E-Dicionário de termos literários. *Palavra*. Available at: www.edfl.com.pt.
- Darken, R.P. & Cevik, H., 1999. Map usage in virtual environments: orientation issues. *Proceedings IEEE Virtual Reality Cat No 99CB36316*, 99, pp.133–140.
- Davi, 2013. Dicas 3D. *Glossário*. Available at: www.dicas3d.com/2013/glossario-3d.html [Accessed July 27, 2013].
- Deol, K.K., Sutcliffe, A. e Maiden, N., 1999. A design advice tool presenting usability guidance for virtual environments. *Geobiology*, p.0.
- Derakhshani, D. & Munn, R.L., 2007. *Introducing 3ds Max 9*, Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Doyle, P., 2011. A study of the immersion enhancement techniques of video games utilized by video games.
- Duarte, E., 2010. *Using Virtual Reality to Assess Behavioral Compliance With Warning*.
- Gaham, A., 2011. *3ds Max Modeling for Games*, Elsevier Inc.
- Gaham, A., 2009. *3ds Max Modeling for Games Insider's Guide to Game Character, Vehicle, and Environment Modeling* Elsevier, ed.,

- Game Developers Conference (GDC), 2012. Excellence in Game Design. In *Portal 2*. Available at: www.gdconf.com.
- Gutiérrez, M., Vexo, F. e Thalmann, D., 2008. *Stepping into Virtual Reality*, London: Springer London. Available at: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-1-84800-117-6>.
- Hume, D., 1998. *An Enquiry concerning the Principles of Morals*,
- IGN, 2009. Batman: Arkham Asylum Review. Available at: uk.ign.com/games/batman-arkham-asylum/ps3-14339163.
- Jeep, B., Kim, S. & Wolpaw, E., 2008. Gamasutra. *Thinking With Portals: Creating Valve's New IP*. Available at: www.gamasutra.com [Accessed November 11, 2013].
- Kim, G., 2005. *Designing virtual reality systems: the structured approach*, Springer.
- Lanier, J., 1992. Virtual Reality: The Promise of the Future. *Interactive Learning International*, 8, pp.275–279.
- Loomis, J.M., Blascovich, J.J. e Beall, a C., 1999. Immersive virtual environment technology as a basic research tool in psychology. *Behavior research methods, instruments, & computers: a journal of the Psychonomic Society, Inc*, 31(4), pp.557–64. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10633974>.
- Mark Gerhard, Jeffrey Harper, J.M., 2011. *Mastering Autodesk 3ds Max Design 2010* T. Tim, ed., Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Milgram, P, Takemura, H, Utsumi, A & Kishino, F, 1994. Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Proceedings of Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 2351, pp.282–292.
- Novak, J., 2008. *Game Development Essentials: An Introduction*,
- Rebelo, F., Duarte, Emília, D., Noriega, P., & Soares, M., 2011. 24 Virtual Reality in Consumer Product Design: Methods and Applications. *Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design: Methods and Techniques*, 1, p.381.
- Reid, D., 2002. Virtual reality and the person-environment experience. *Cyberpsychology & behavior: the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society*, 5, pp.559–564.
- Schleiner, Anne, M., 2001. Does Lara Croft wear Fake Polygons? Gender and Gender-Role Subversion in Computer Adventure Games. *Leonard Journal*, 34, p.222.
- Schneider, Edward F., Lang, A., Shin, M., Bradley, S. D., 2004. Death with a Story. *Human Communication Research*, 30, pp.361–375. Available at: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2958.2004.tb00736.x>.
- SGIA - Glossary of Terms, SGIA - Glossary of Terms. Available at: https://www.sgia.org/training_and_education/glossary/Cc.cfm [Accessed November 6, 2013].
- Stanney, K.M. Mollaghasemi, M., Reeves, L., Breaux, R., Graeber, David A., 2003. Usability engineering of virtual environments (VEs): identifying multiple criteria that drive effective

- VE system design. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58(4), pp.447–481.
- Stanney, K.M., Mourant, R.R. & Kennedy, R.S., 1998. Human factors issues in virtual environments: A review of... *Presence Teleoperators Virtual Environments*, 7, p.327.
- Steinberg, S., 2011. Gear Up, All the technology That Rocks. *Junho*. Available at: www.rollingstone.com/culture/blogs/gear-up/best-new-video-games-get-top-billing-at-e3-2011-20110609.
- Steuer, J., 1992. Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42, pp.73–93.
- Sutherland, I.E., 1965. The ultimate display. *Multimedia: From Wagner to virtual reality*.
- Valve, 2013. Games Portal. *An innovative new game type is born*. Available at: www.valvesoftware.com.
- VeanBurkleo, M., 2010. Portal 2.
- Vilar, E., 2012. *Using Virtual Reality to Study the Influence of Environmental Variables to Enhance Wayfinding Within Complex Buildings*.
- Walsh, M., 2009. *Futuretainment: Yesterday the World Changed Now It's Your Turn*, Phaidon.
- Wikipedia, 2013. Programmed Input/Output.
- Witmer, B.G. & Singer, M.J., 1998. Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence Teleoperators Virtual Environments*, 7, pp.225–240.
- Wood, Richard T A, Griffiths, Mark D., Chappell, D., Davies, e Mark N O, 2004, The structural characteristics of video games: a psycho-structural analysis. *Cyberpsychology & behavior: the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society*, 7, pp.1–10.
- Zammitto, V., 2008. Visualization Techniques in Video Games. In *sfuca*. pp. 267–276. Available at: http://www.sfu.ca/~vzammitt/papers/zammitto-EVA-Visualization_Techniques_in_VideoGames.pdf.
- Zyda, M., 2005. From visual simulation to virtual reality to games. *Inf. Sci. Inst., Univ. of Southern California, Marina del Rey, CA, USA*, pp.25 – 32. Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abstractKeywords.jsp?arnumber=1510565&tag=1>.

ANEXOS

1.32 Anexo 1 – LOD

1.32.1 PARTE I

Os modelos descarregados da Internet contêm um elevado número de polígonos, o que se traduz num maior número de cálculos para o sistema de RV.

Existem várias técnicas a aplicar, de forma diminuir a contagem de polígonos desse mesmo modelo. O efeito final é semelhante ao modelo convencional, sem modificar a geometria do objeto. Em renderização em tempo real, para objetos menores, como é o caso da Figura - 1, que é um modelo 3D pequeno, não faz diferença no realismo da imagem, mas otimiza a utilização do sistema.



Figura - 1 Contagem de polígonos do modelo convencional descarregado da Internet. Polys:730 e Vértices: 829

Como se pode ver na Figura - 2, o modelo 3D contém um elevado número de vértices - 829.

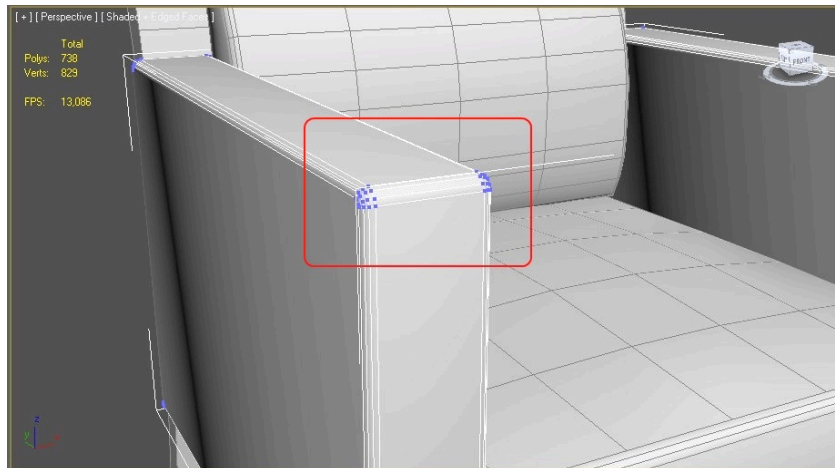


Figura - 2 Contagem do número de vértices

Com a opção de seleção de vértices escolhida e selecionando a ferramenta *Target Weld* representado na

Figura - 3, clicando no botão direito do rato, é possível modificar a geometria do modelo 3D através dos seus vértices.

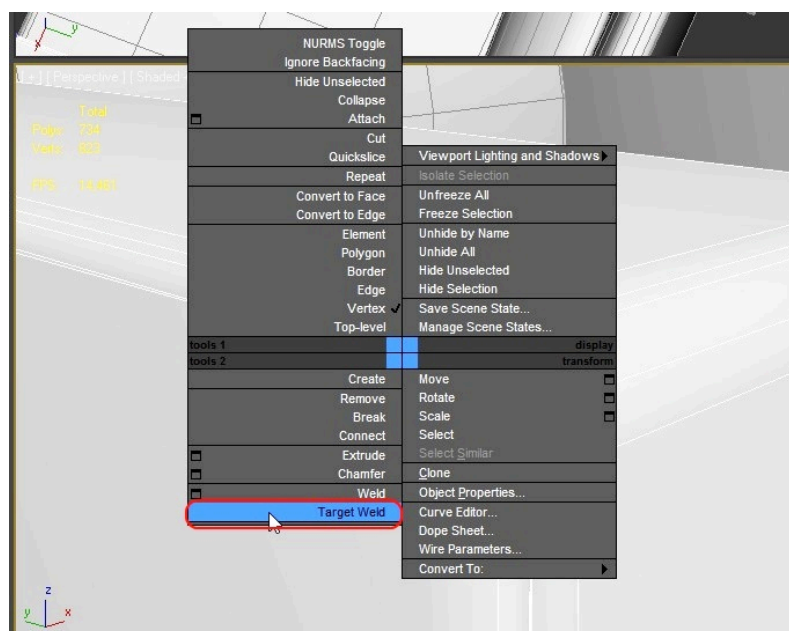


Figura - 3 Target Weld

Escolhe-se o primeiro vértice (Figura - 4), clicando em seguida, o segundo vértice, onde se pretende juntar o primeiro. Este passo não sobrepõe os vértices, mas sim, elimina um deles. É, no entanto necessário tomar precauções com as reduções que se possam fazer, para que o objeto não modifique em demasia a sua geometria (Figura 5).

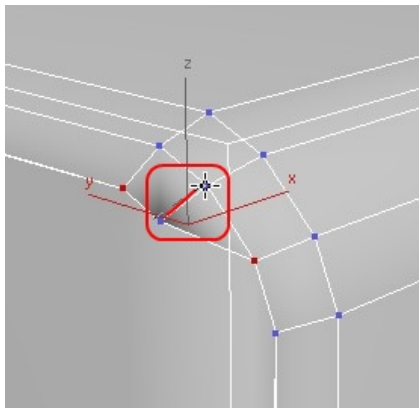


Figura - 4 Escolha dos vértices

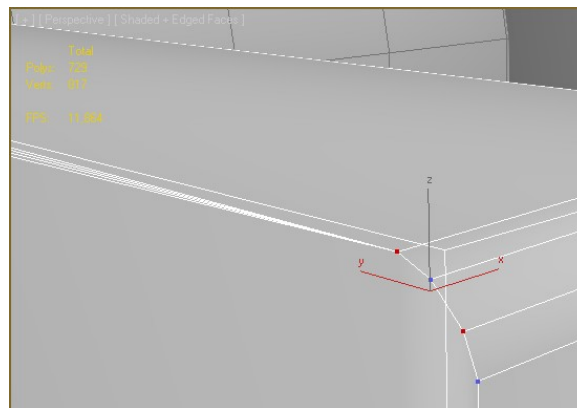


Figura 5 Resultado da ferramenta Target Weld

A redução de vértices no mesmo objeto, mas em faces opostas, deve ser realizada com a mesma lógica dos primeiros. Com isto se quer dizer que, se no início, o processo for realizado reduzindo vértices da direita para a esquerda, quando posteriormente se reduzir vértices numa face oposta, deve ser utilizada a mesma lógica, mas oposta, ou seja, da esquerda para a direita, para que não desfigure o modelo 3D.

Neste caso, e como é um objeto pequeno, em que podem ser dispensados pormenores de geometria, a opção de obter vértices rectos no modelo é justificável (Figura - 6).

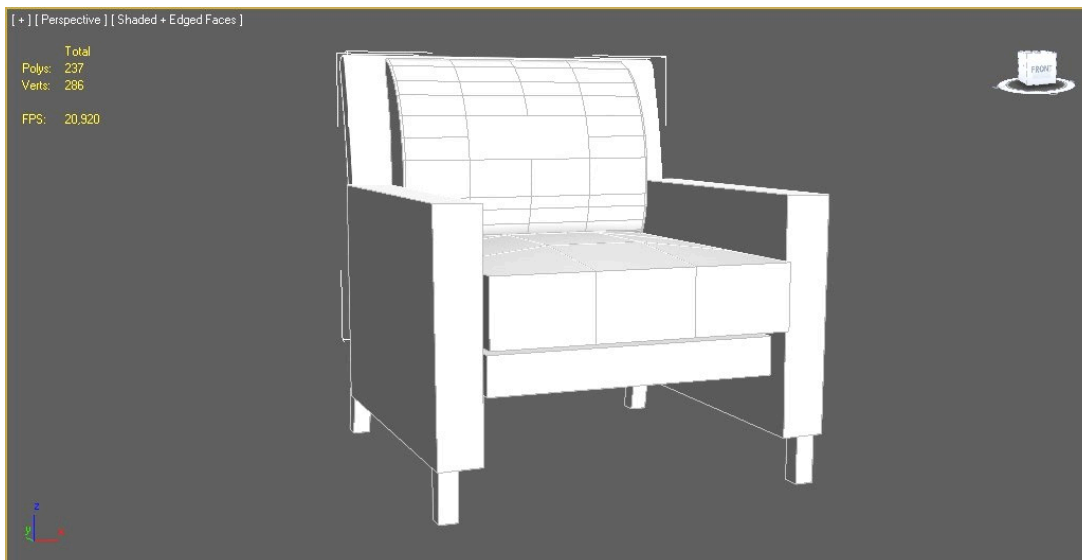


Figura - 6 Vértices rectos

No início do processo, é já possível ver o número de vértices e polígonos a reduzir (Figura - 7), quando comparado com o modelo inicial (Polys:730 e Vértices: 829) (Figura - 1).

Repete-se este processo em todos os vértices que se achar necessário. No final, o modelo apresenta-se com uma geometria mais recta, mas não perdeu a sua forma inicial.

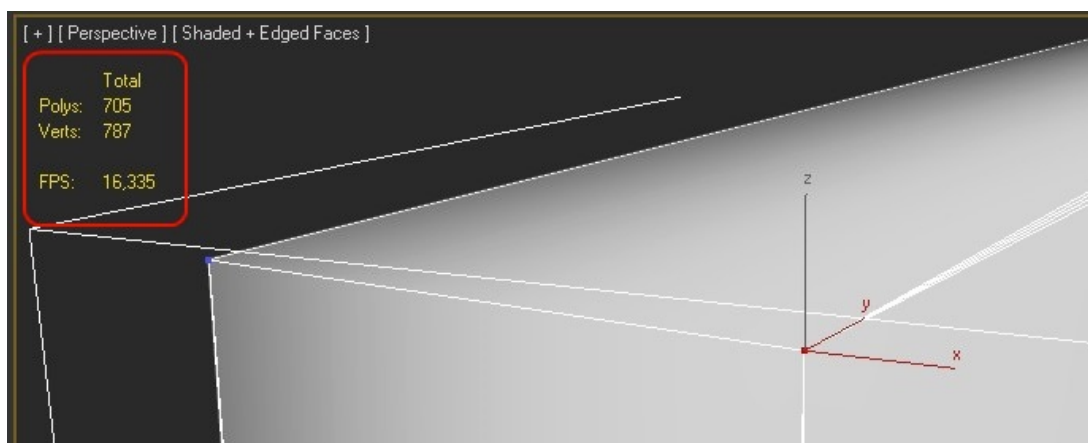


Figura - 7 Redução da contagem de polígonos. Polys:705 e Vértices: 787.

Mesmo utilizando a mesma direção com o *Target Weld* durante todo o processo, por vezes algumas faces ficam com sombras, o que poderá prejudicar o processo de renderização ou mesmo de texturização (Figura - 8).

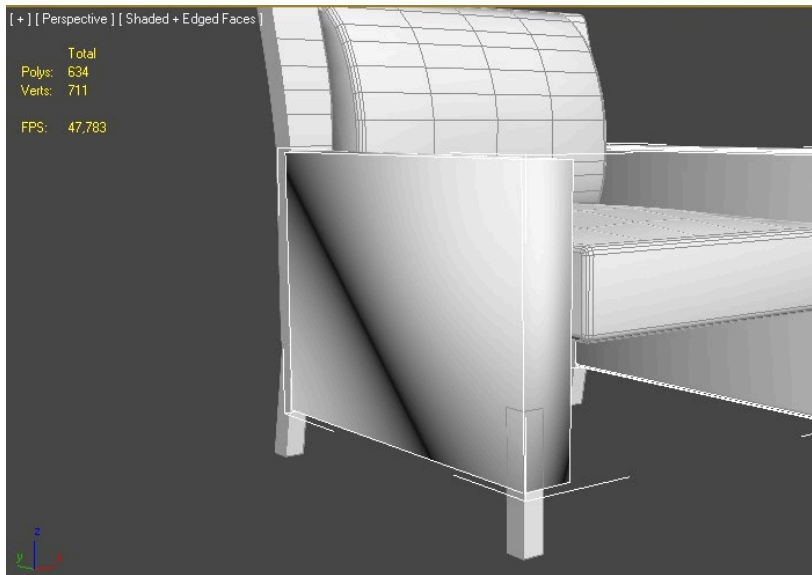


Figura - 8 Sombras na geometria.

Se for um modelo muito complicado ou orgânico, o ideal é refazer todo o processo, para se conseguir ver onde ocorreu o erro. Neste caso, como é um polígono de forma geométrica simples, existe um processo simples a aplicar.

Selecionando a face sombreada do polígono (Figura - 9), apaga-se a mesma.

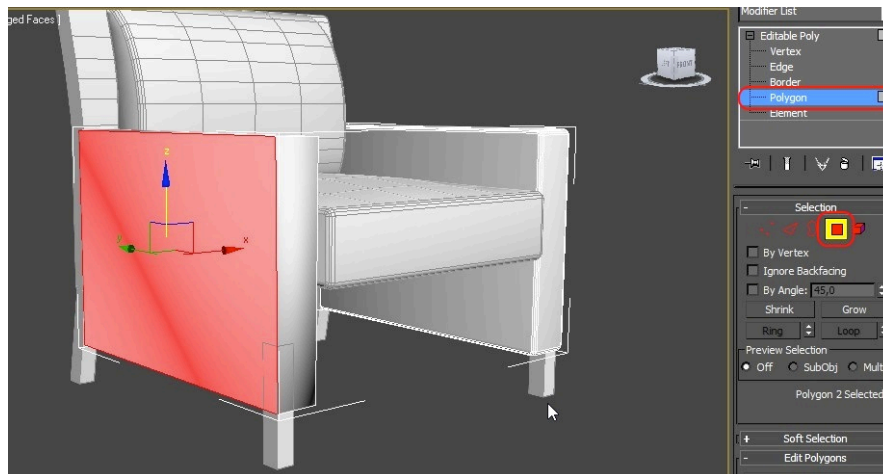


Figura - 9 Seleção de face com distúrbio geométrico

Posteriormente, com a opção *Border* (

Figura - 10) selecionada, escolhem-se as arestas que estão em contacto com a face apagada.

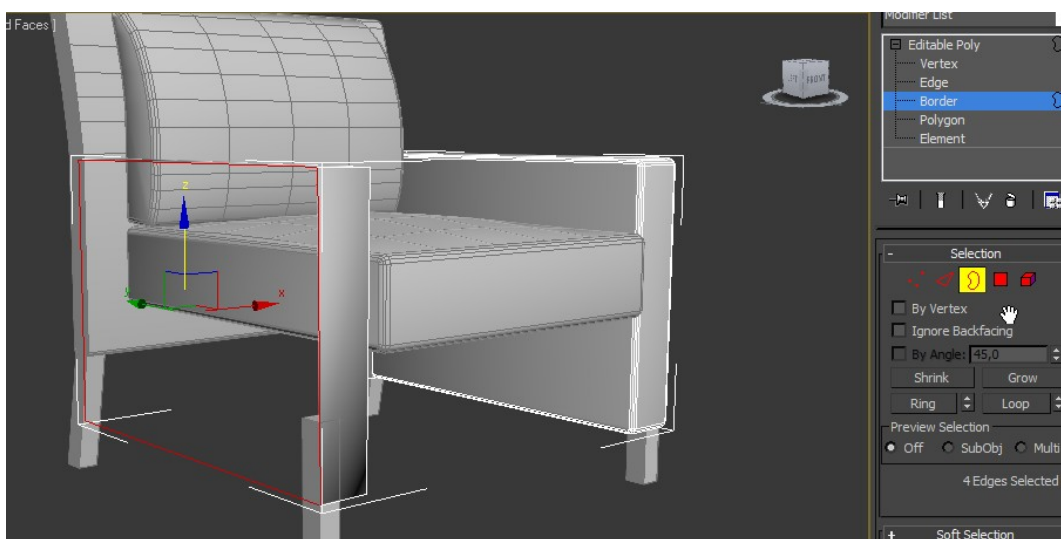


Figura - 10 Border

Ainda com as faces selecionadas, com o botão direito do rato, escolhe-se a opção *Cap* (Figura - 11).

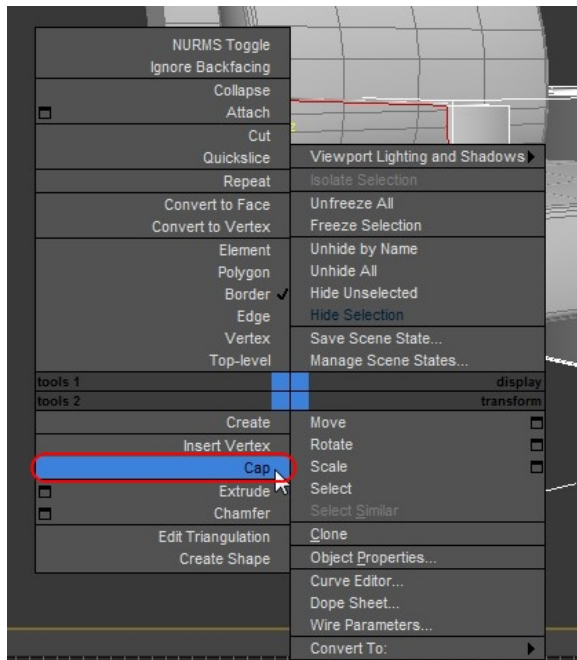


Figura - 11 Cap

Este processo irá fechar a face do polígono, sem sombras. Repete-se o processo para todas as faces em que isso acontecer e em que forem possíveis, sem alterar a geometria do modelo 3D (Figura - 12).

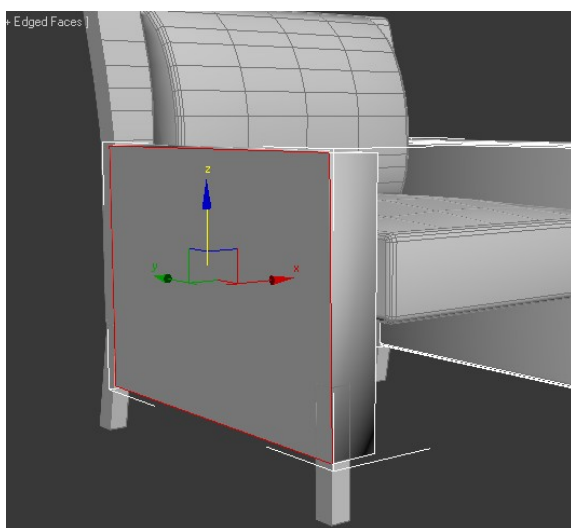


Figura - 12 Outras faces com distúrbios geométricos

No final, é possível observar o resultado, muito semelhante ao modelo 3D original com 738 *Polys* (Figura - 14), mas com uma contagem de *Polys* e vértices mais diminuída, de 237 (Figura - 13).

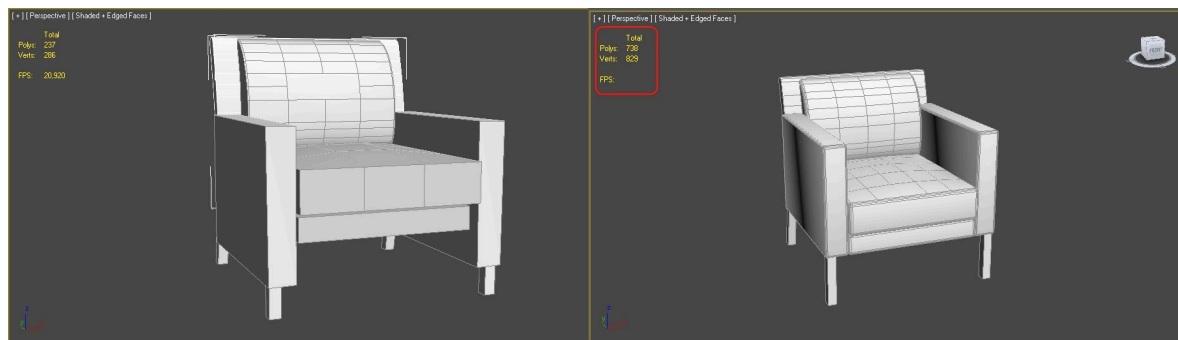


Figura - 13 LOD final – 237 Polys.

Figura - 14 Modelo convencional - 738 Polys.

1.32.2 PARTE II

O modelo 3D apresenta-se agora com uma contagem geométrica mais reduzida, no entanto, é ainda é constituído por vários objetos independentes. É necessário transformá-lo num só.

Com um dos elementos do modelo 3D selecionado, surge, no menu da direita, o botão *Attach* (Figura - 15).

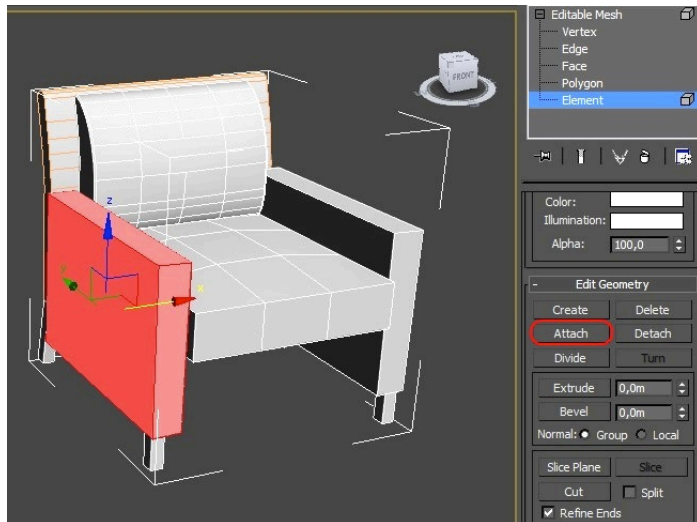


Figura - 15 Attach.

Com esse botão ativo, selecionam-se todos os outros objetos do modelo, para que passem a pertencer ao mesmo elemento.

A contagem geométrica do modelo é já bastante reduzida mas, tratando-se de um modelo pequeno, é possível aplicar mais um passo para a sua redução geométrica.

No *Modifier* do objecto 3D, existe o *ProOptimizer* (Figura - 16). Esta é uma ferramenta que calcula de forma automática o número de polígonos e vértices sendo possível reduzir a sua geometria da mesma forma.

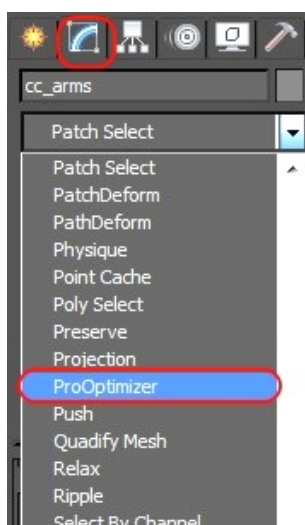


Figura - 16 ProOptimizer

Com todo o objecto seleccionado, clica-se no botão Calculate (Figura - 17), que irá dar a contagem.

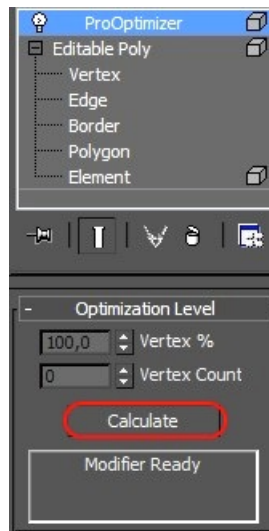


Figura - 17 Calculate - ProOptimizer

Como é possível de se verificar na Figura 18, a contagem dos vértices encontra-se a 100%. É esse o motivo pelo qual, nas estatísticas (Statistics) o antes e o depois (Before / After) têm os mesmo valores.

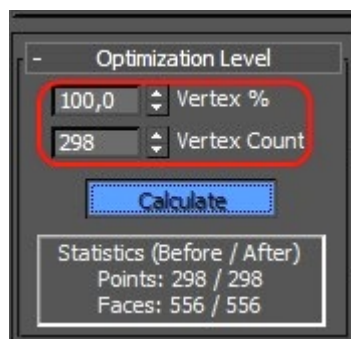


Figura - 18 Estatísticas

Reduzindo a contagem para 50% (Figura -19) as estatísticas alteram-se e é possível observar a diferença de vértices do objeto prévio para o que foi criado com esta ferramenta.

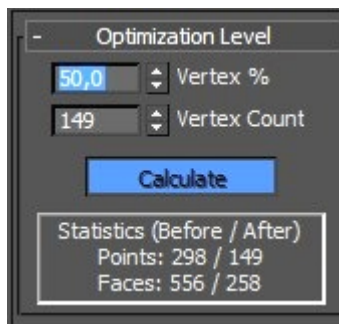


Figura - 19 Redução geométrica automática

O objecto manteve a sua forma geométrica (Figura - 20) mas com uma redução substancial de faces e vértices: 149 vértices e 258 faces.

O uso desta ferramenta é relativo e em determinados casos, não é possível uma redução tão elevada.

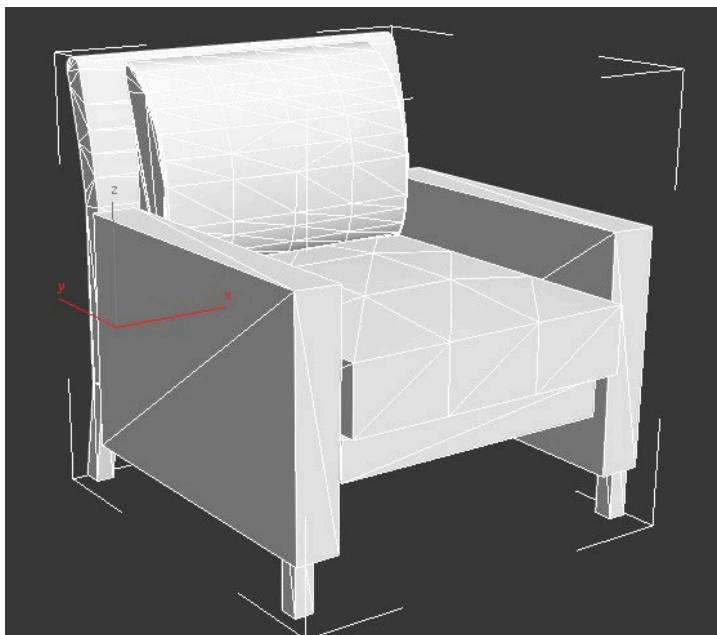


Figura - 20 Formato geométrico final

Exportando o modelo 3D para o motor de render do sistema de RV, é possível observar que a geometria do modelo 3D não sofreu alterações mantendo-se a geometria (Figura - 21)

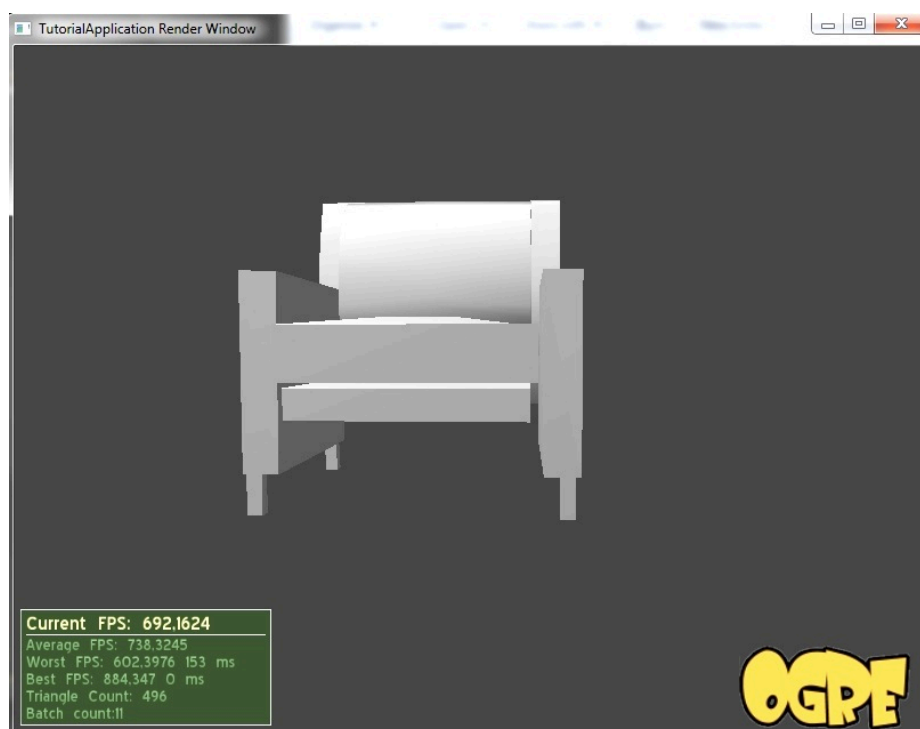


Figura - 21 Visualização no motor gráfico de render.

1.33 Anexo 2 – Normal Map

O que é um Normal Map?

Um Normal Map é utilizado com o objetivo de simular num modelo 3D um nível de detalhe do ponto de vista geométrico que na realidade não existe (Figura 1) É errado pensar que se trata de uma textura aplicada, porque na realidade não se trata de uma textura. É uma imagem, neste caso, feita a partir de um objeto semelhante que contém mais detalhe geométrico, aplicada a outro objeto com menor número de detalhe geométrico. Essa imagem simula o nível de detalhe pretendido sem necessidade de sobrecarregar o sistema de RV com cálculos adicionais.

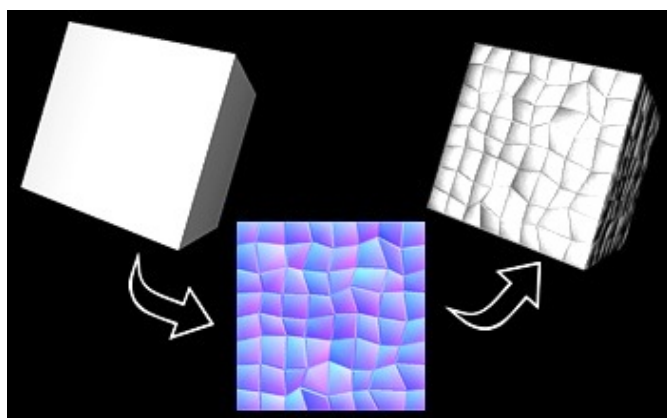


Figura -1 Contexto de aplicação de um Normal Map. Imagem retirada de Independent Devloper.com.

Se for selecionado um elemento e o arrastado carregando na tecla *Shift* do teclado (Figura - 2), é possível criar cópias de um ou mais elementos.

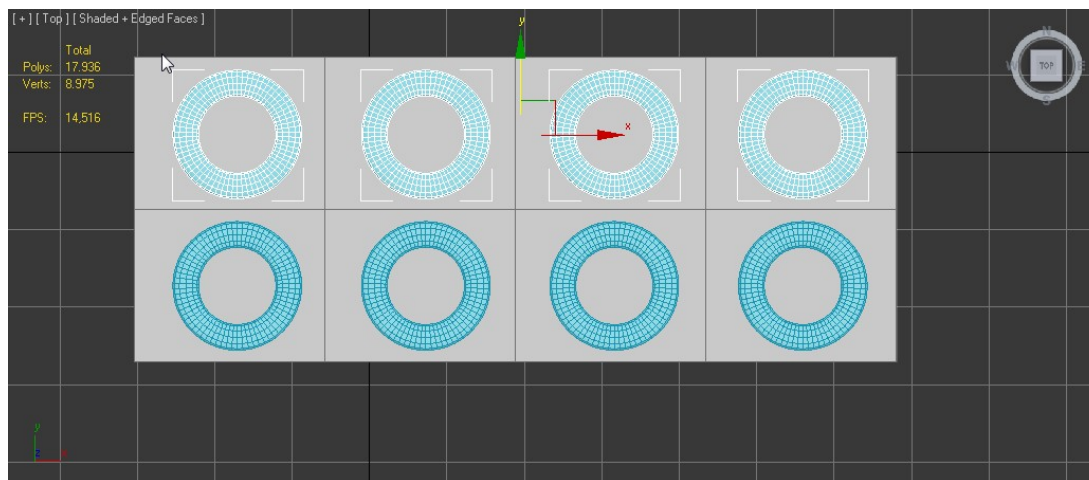
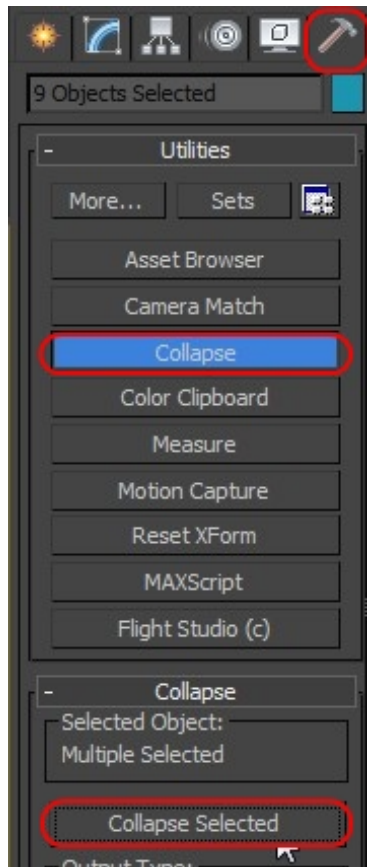


Figura - 2 Seleção de elementos e cópia.

Após toda a geometria do High Poly (HP) modelada, é importante que o HP seja um só objeto para que o Baking seja realizado na perfeição. Selecionando todos os objetos do HP, na opção *Utilities* existe uma tecla de escolha denominada *Colapse*. Essa ação faz com que todos os objetos selecionados colapsem entre eles e se tornem num só.

Na subcategoria do menu existe o botão *Colapse Selected* (Figura - 3), que irá realizar o pretendido.

Figura - 3 Modifire Collapse



Em seguida, cria-se um plano, exatamente com as medidas do plano *HP*.

Pode dar-se o nome de *LP – módulo de parede*. O novo plano deve ficar imediatamente paralelo ao *HP* para que a geometria possa ser projetada no LP (Figura - 4).

Como referido anteriormente, este é um modelo simples pelo que dispensa pormenores de modelação, sendo um simples plano suficiente.

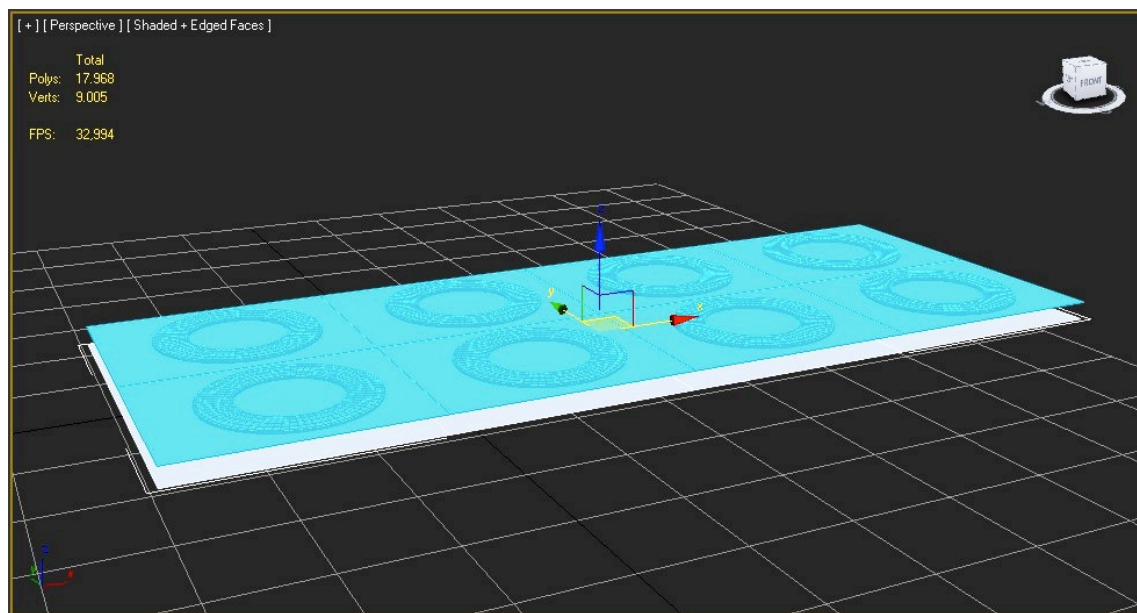


Figura - 4 Módulos LP e HP

Com o *LP* selecionado, abrindo as opções da *Modifier List* e escolhemos a ação *Projection* (Figura - 5).

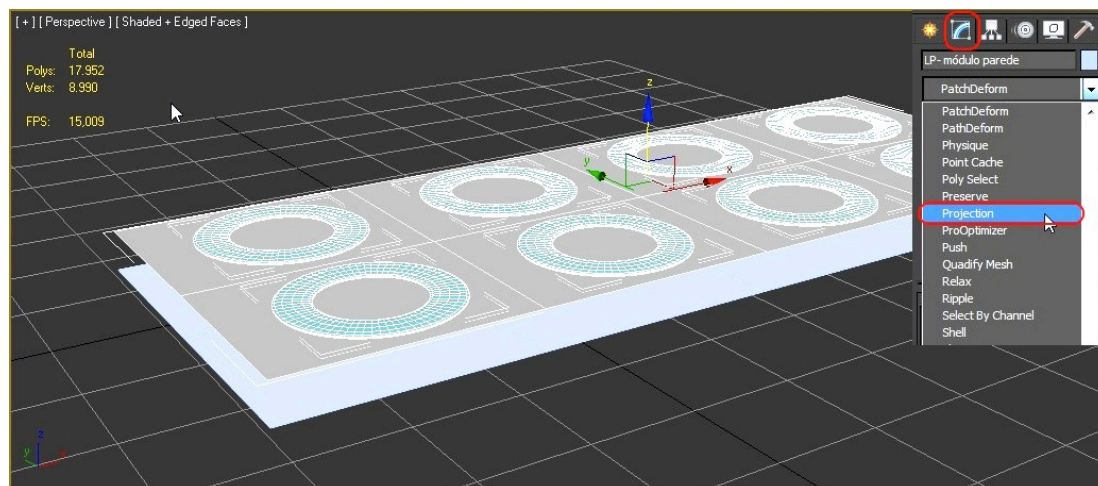


Figura - 5 Projection representado

Quando a ação *Projection* é aplicada, no menu das opções de modificação de geometria, do lado direito, em *Reference Geometry*, o botão *Pick* (Figura - 6) tem a finalidade de escolher qual é o objeto que se quer que seja projetado no que atualmente se encontra selecionado.

Neste caso é o LP que se encontra selecionado e, por isso, escolhemos o HP para ser projetado.



Figura - 6 Pick

No mesmo menu, em baixo de *Reference Geometry*, existe a opção *Cage*. Ao abrir esse sub menu, ativamos *Cage*. Na opção *Push*, o valor (*Amount*) é indiferente, desde que a *Cage* ultrapasse o HP e fique o mais próximo possível da geometria, para não se perder detalhe, como se pode ver na Figura - 7.

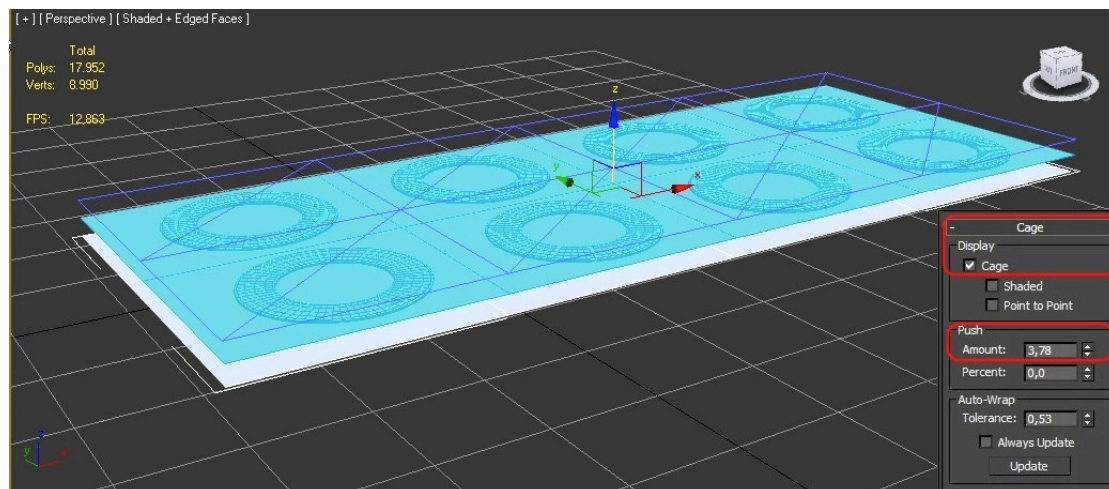


Figura - 7 Cage

Após essa escolha, irá aparecer um novo menu: Render To Texture (Figura - 8). Ainda com o *LP* selecionado, na opção Rendering (ou carregando na tecla 0 do teclado) escolhemos a opção Render To Texture.

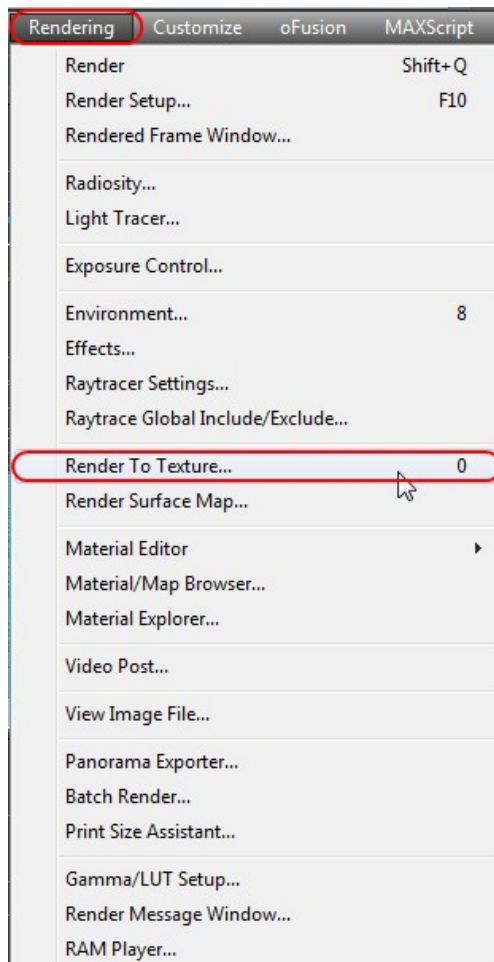


Figura - 8 Render to texture

E

m *Output*, em *Path* (Figura - 9) deve-se escolher o local onde o ficheiro irá ficar guardado. É uma escolha pessoal.

O tipo de ficheiro em que o *Normal Map* é guardado num formato *TARGA (.tga)*. Após se clicar em *OK* irá a aparecer uma janela *Targa Image Control*, escolher a opção 32bits, pelo que após se pode clicar em *OK*.

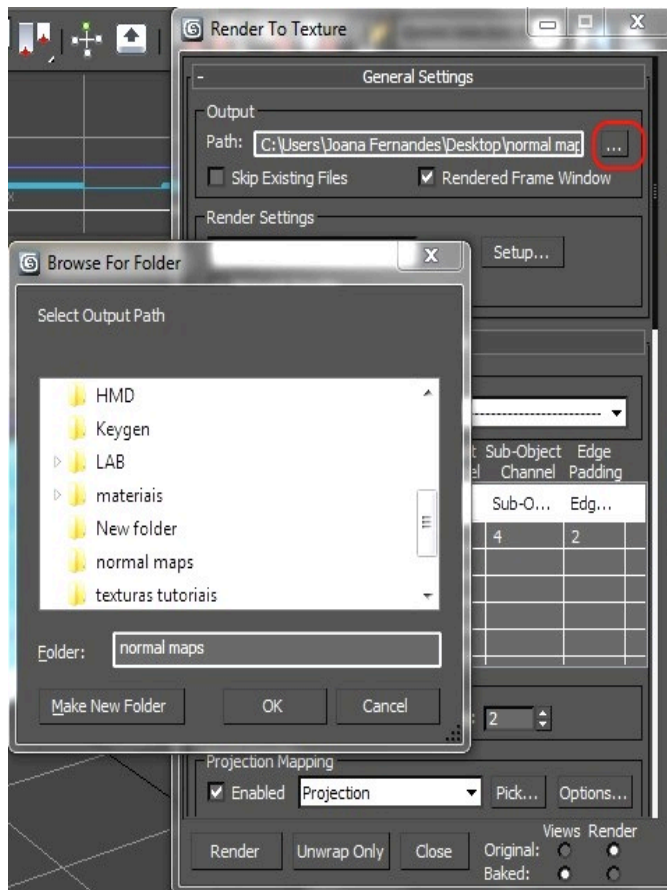


Figura - 9 Output

Em *Projection Mapping* (Figura - 10) seleciona-se a opção *Enable*, para ativar a projeção no HP no LP. Em *Mapping Coordinates* ativa-se *Use Existing Channel*, pois o LP já está previamente selecionado.

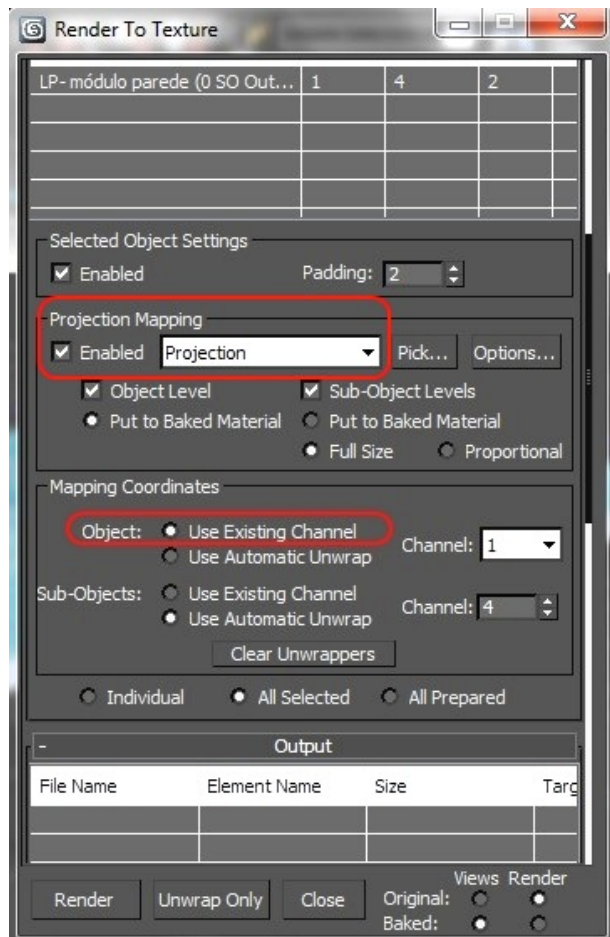


Figura - 10 Projection Mapping

No campo *Output* (Figura - 11), quando no botão *Add* é selecionado, uma nova janela aparece *Add Texture Elements*. É nessa janela que escolhemos o tipo de textura. Neste caso, *NormalsMap* e de seguida *Add Elements*.

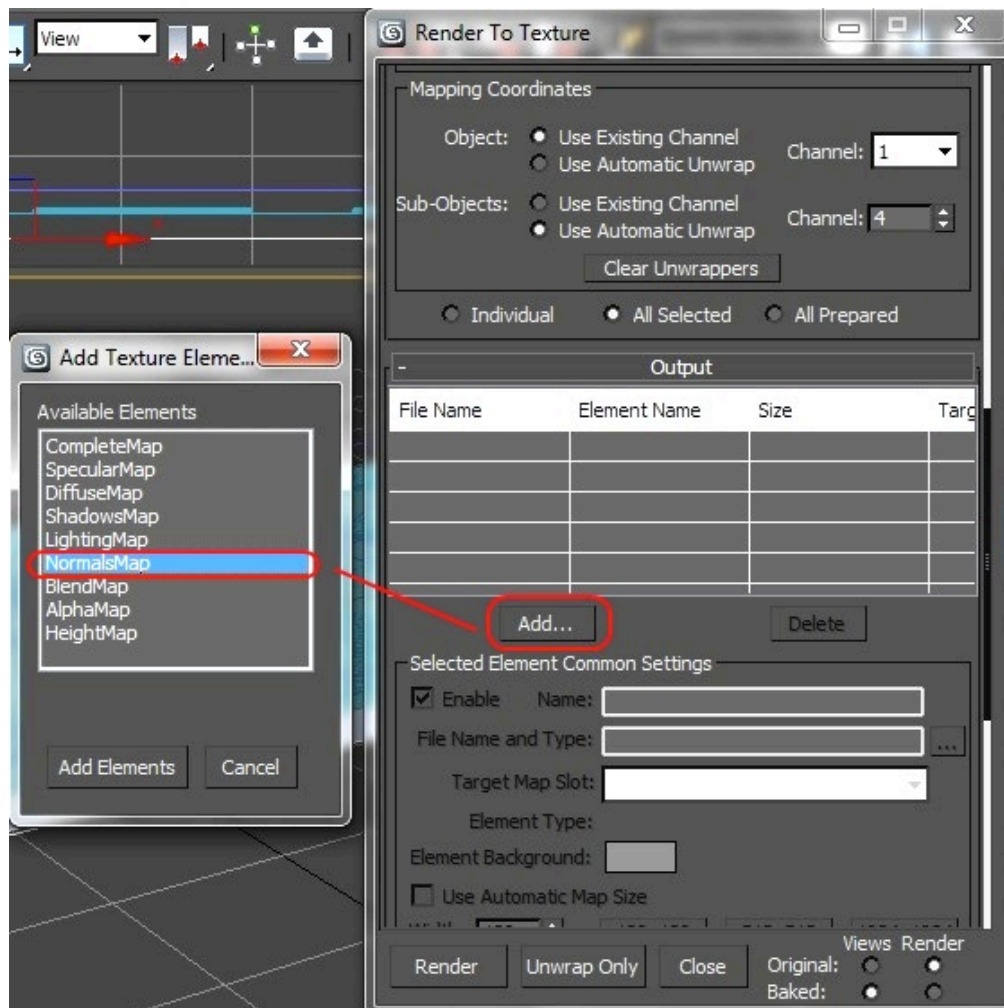


Figura - 11 Add Texture Elements

Em *Selected Element Common Settings* (Figura - 12) encontram-se os tamanhos do ficheiro que queremos. 1024x1024 é um tamanho suficiente para uma boa resolução sem ser um ficheiro muito pesado. (**Nota:** a dimensão da textura deve depender da importância e da dimensão do modelo 3D.)

O passo seguinte será o *Render* do *Normal Map*.

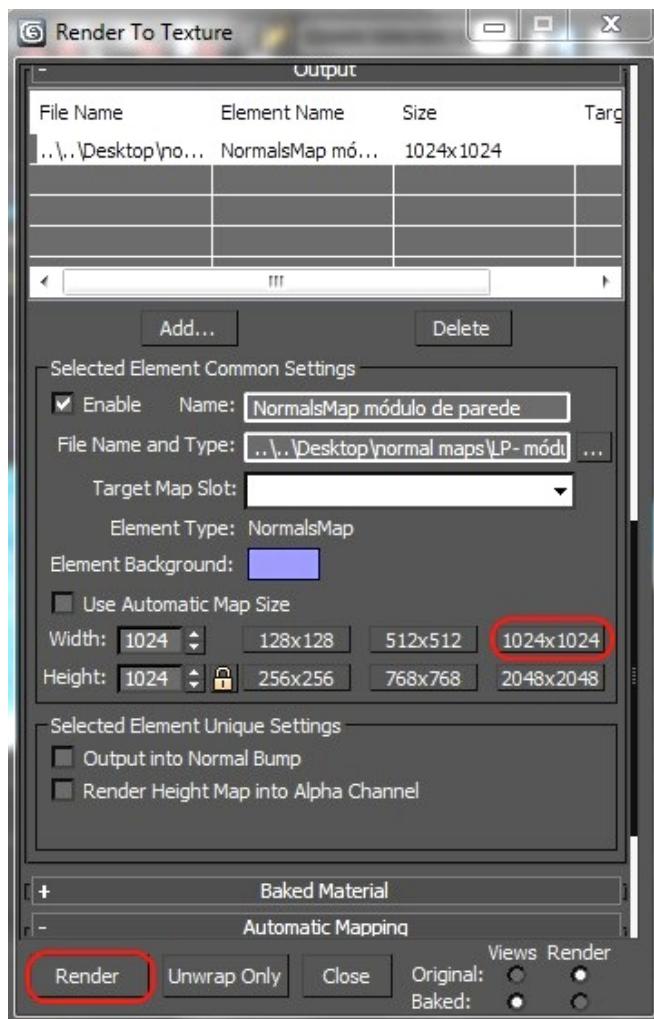


Figura - 12 Escolha do tamanho do ficheiro.

Quando a janela Missing Map Targets (Figura - 13) surgir clica-se em *OK* ou *Continue* para proceder ao *Baking*.

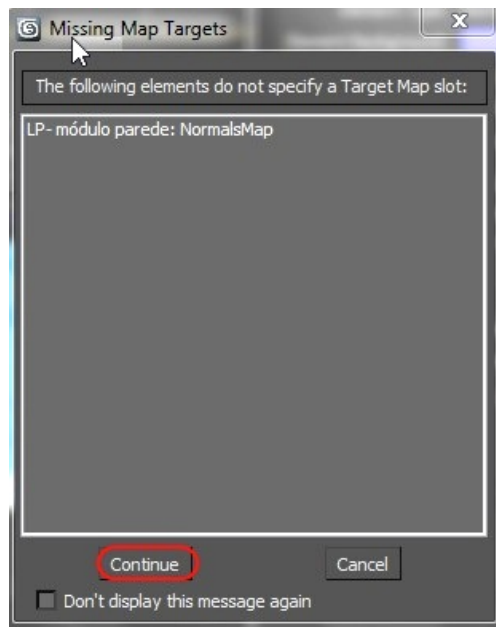


Figura - 13 Missing Map Targets

A janela que aparece do *Render, Perspective, frame 0, Display Gamma: 2.2. RGBA 16*.

(Figura - 14) não demonstra o *Normal Map*.

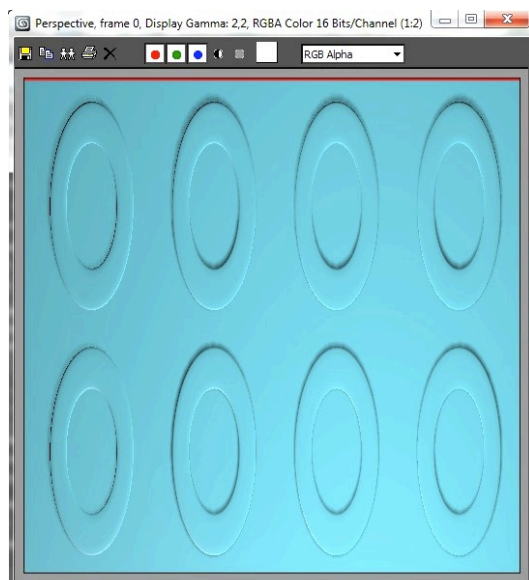


Figura - 14 Render

Para se poder ver o Normal Map, temos que ir ao local onde que se seleccionou para guardar o Normal Map e, nesse local, está o ficheiro com a extensão .tga. É uma imagem quadrangular e, por isso aparece distorcida, mas quando aplicada ao LP, que é exactamente do tamanho do HP, ela retoma o formato ideal (Figura - 15).

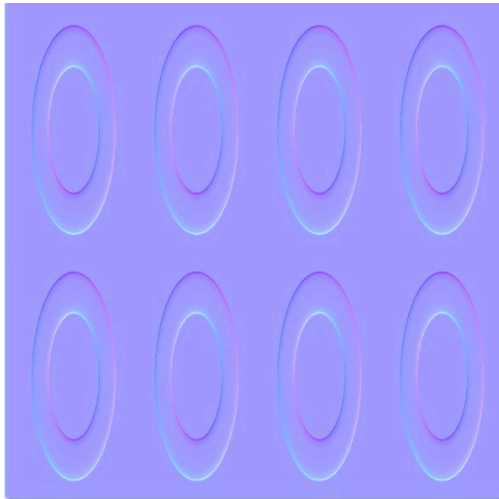


Figura - 15 Ficheiro .tga.

3 Aplicação do *Normal Map* ao *Low Poly*.

Após o *Baking* estar terminado, o passo seguinte é a aplicação no *LP*.

Fazendo uma cópia dos modelos previamente existentes (Figura - 16) é necessário apagar o *HP* para não ficar na frente no *LP* quando este for renderizado (Figura - 17).

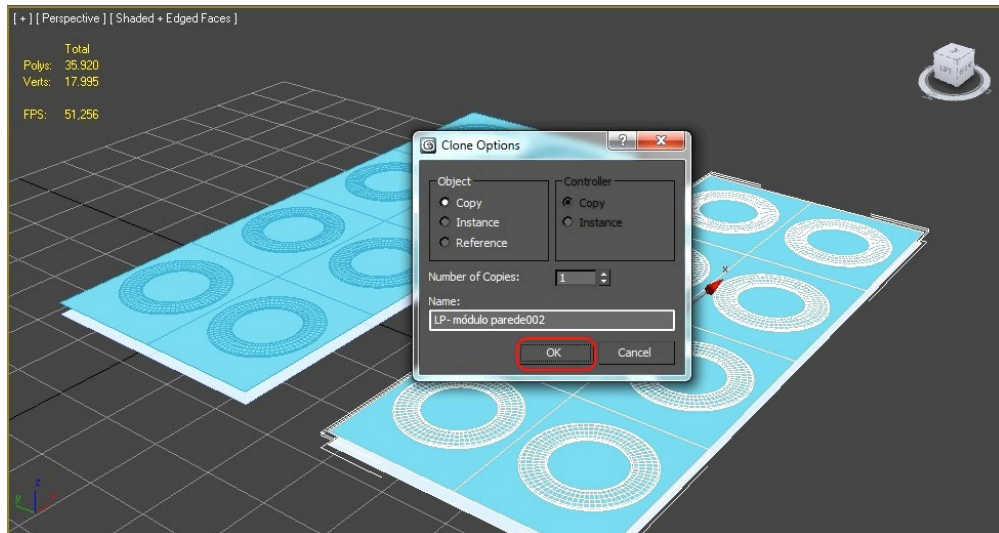


Figura - 16 Cópia dos modelos 3D

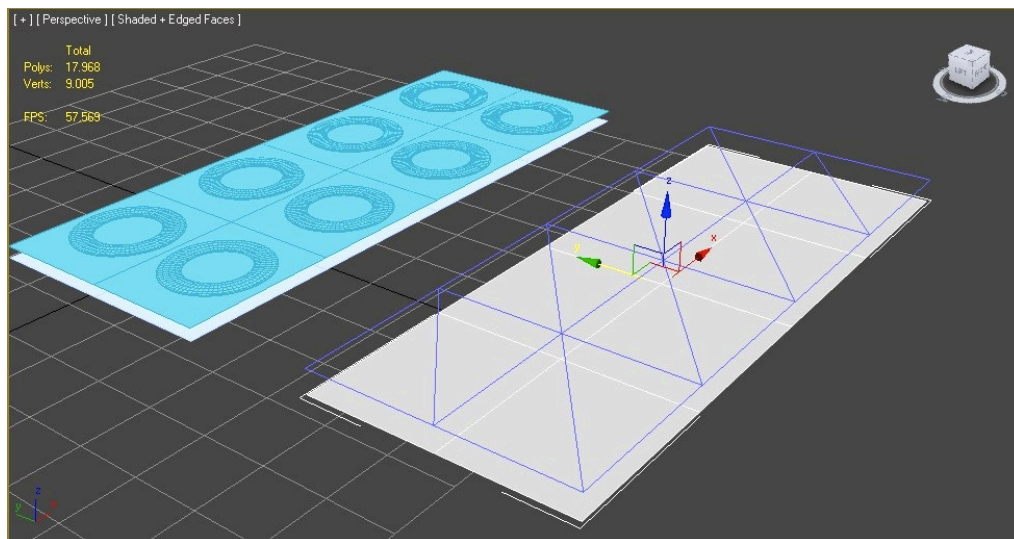


Figura - 17 Imagem do LP com Cage do HP

Terminado este processo, é necessário aplicar o *Normal Map*. Na opção *Material Editor* (Figura - 18), ou através da tecla *M*, abre-se a janela do *Material Editor*.



Figura - 18 Icon do Material Editor.

Escolhendo uma *Slot Material* vazia e clica-se em *Standard* (Figura - 19).

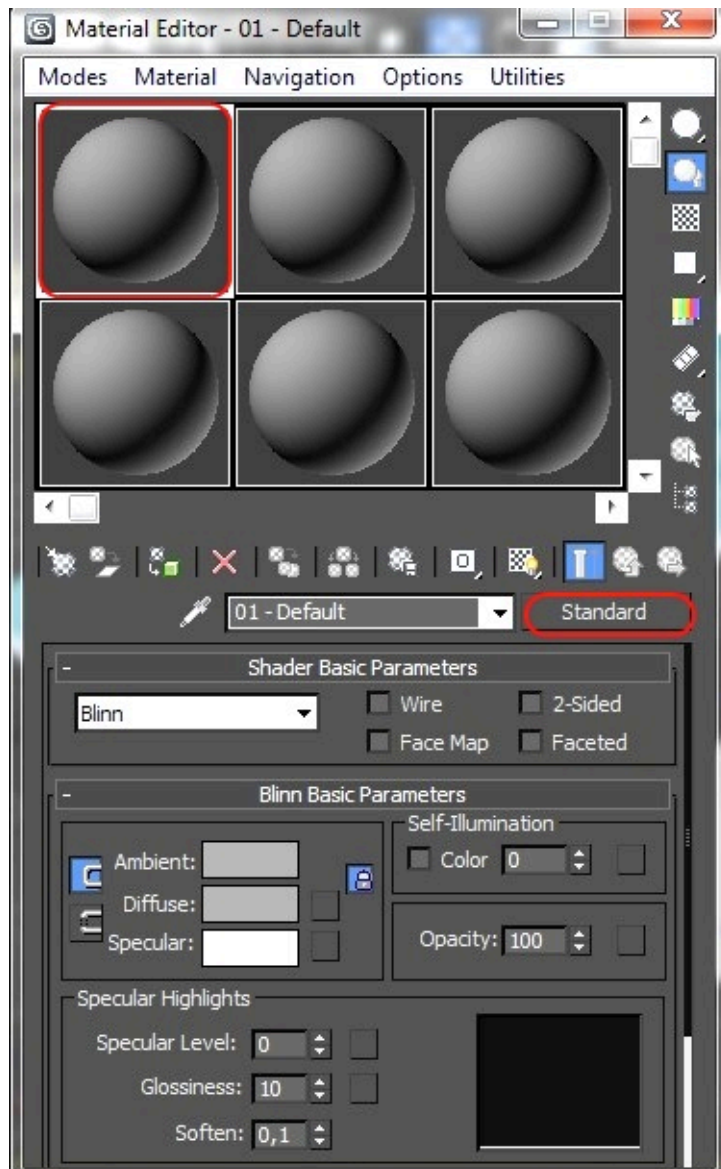


Figura - 19 Slot Editor, escolha de materiais.

Na opção *Maps*, ativa-se *Bump* e no campo de Map, em *None* escolhe-se *Normal Bump* (Figura - 20).

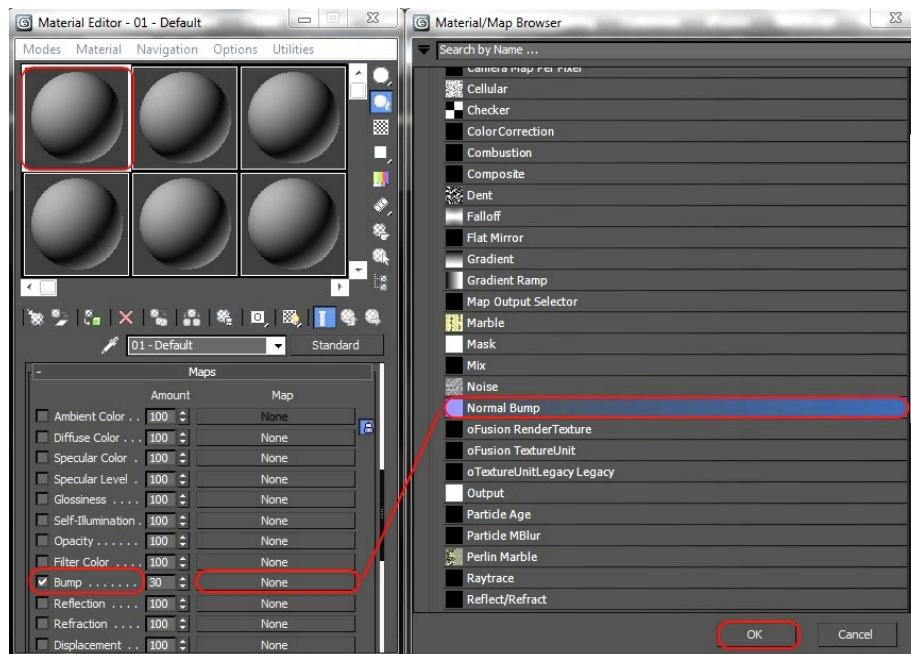


Figura - 20 Normal Bump

Irá aparecer a opção *Parameters*, onde no campo de *Normal*, em *None*, escolhemos *Bitmap* e clica-se em *OK* (Figura - 21).

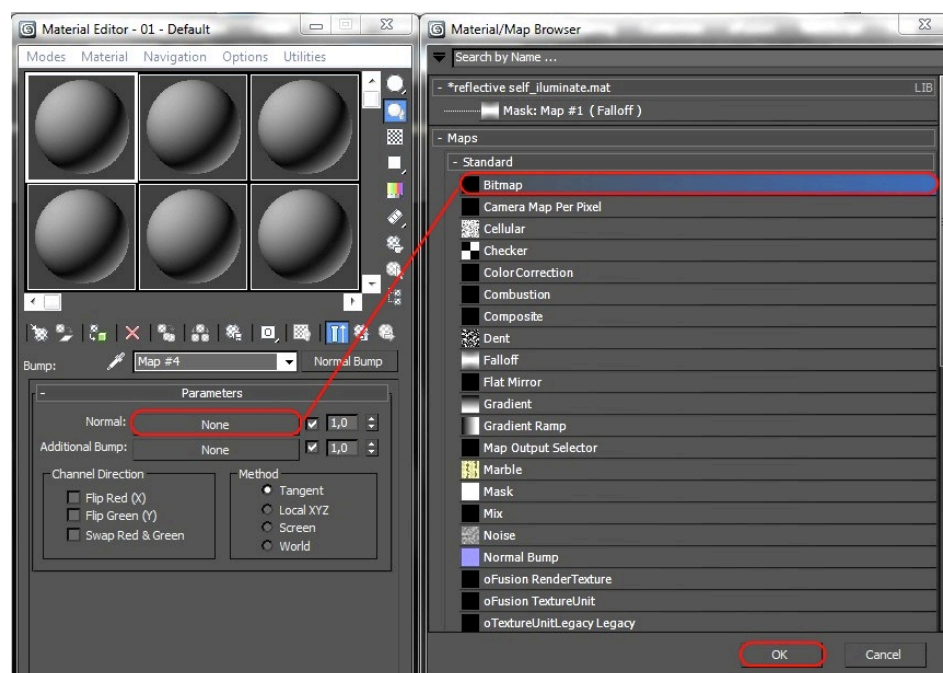


Figura - 21 Parameters

Se por algum motivo, na janela que abrir Select Bitmap Image File, no local escolhido para guardar o Normal Map, o ficheiro não se encontrar visível, a solução passa por, em Files of Type, escolher a opção Targa Image File (Figura - 22).

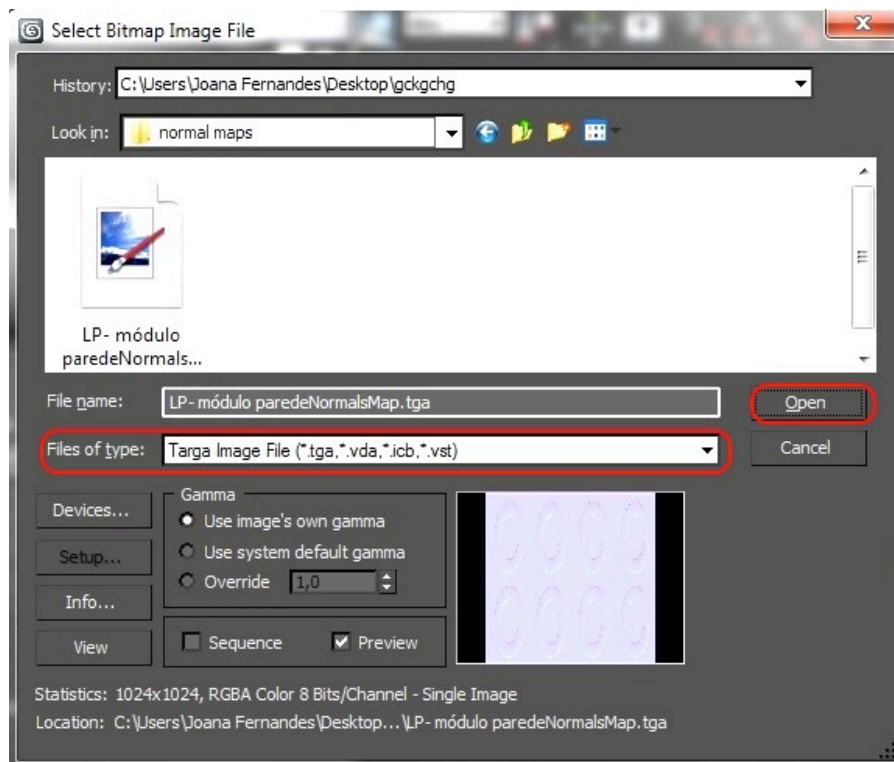


Figura - 22 Escolha do ficheiro Targa criado anteriormente.

Fazendo duplo clique na *Slot Material* que contém o *Normal Map*, pode ver-se com maior detalhe o mesmo aplicado (Figura - 22).

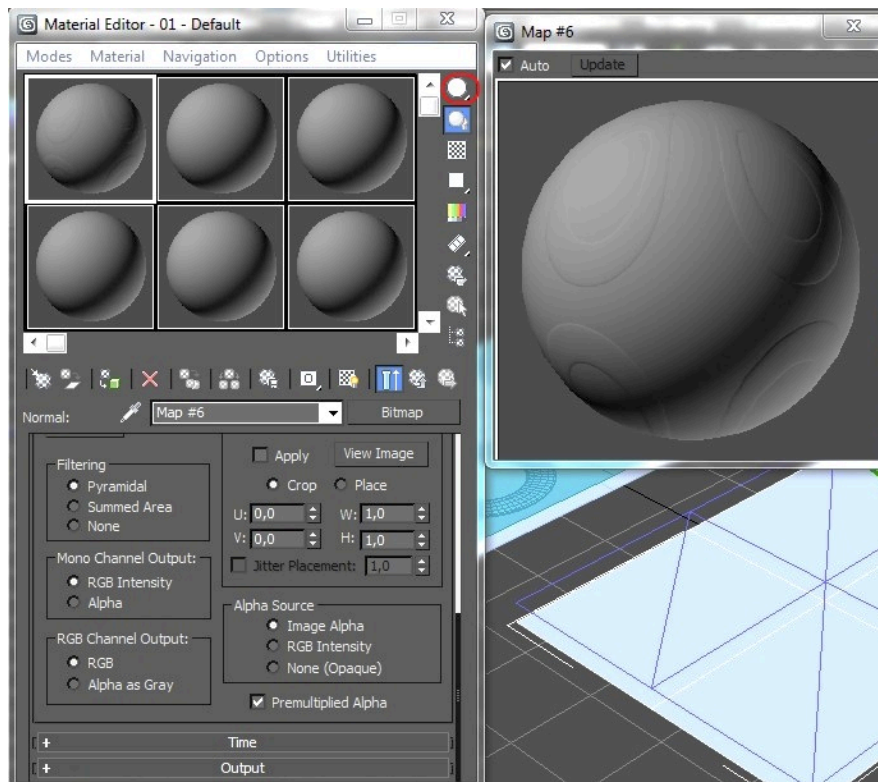


Figura - 22 Pormenor da Slot Material.

Ainda no *Material Editor*, para se atribuir o material ao modelo 3D *LP*, clicando no icon sublinhado a vermelho, ou, seleccionando essa mesma *Slot*, e arrasta-se até ao modelo 3D que se encontra na cena de modelação (Figura - 23).

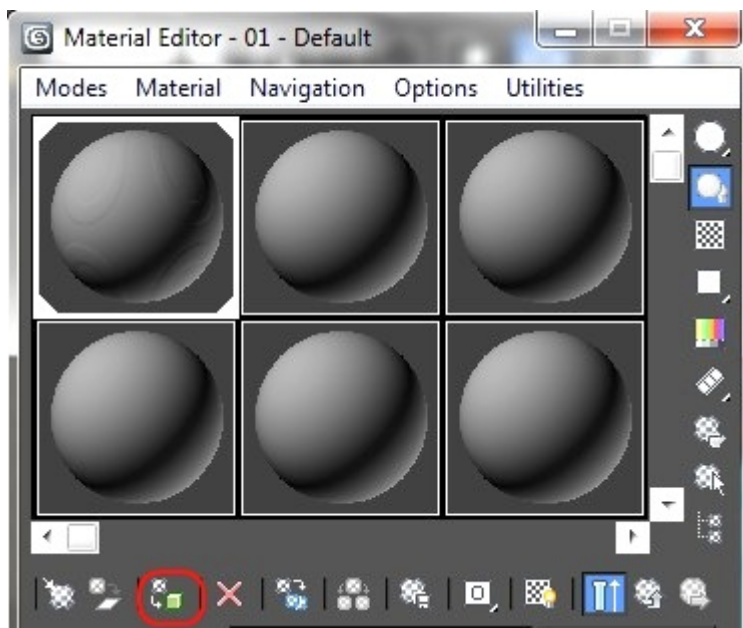


Figura - 23 Atribuição do material ao modelo 3D

Não é possível ver na vista de perspectiva do 3ds Max o *Normal Map* aplicado (Figura - 24).

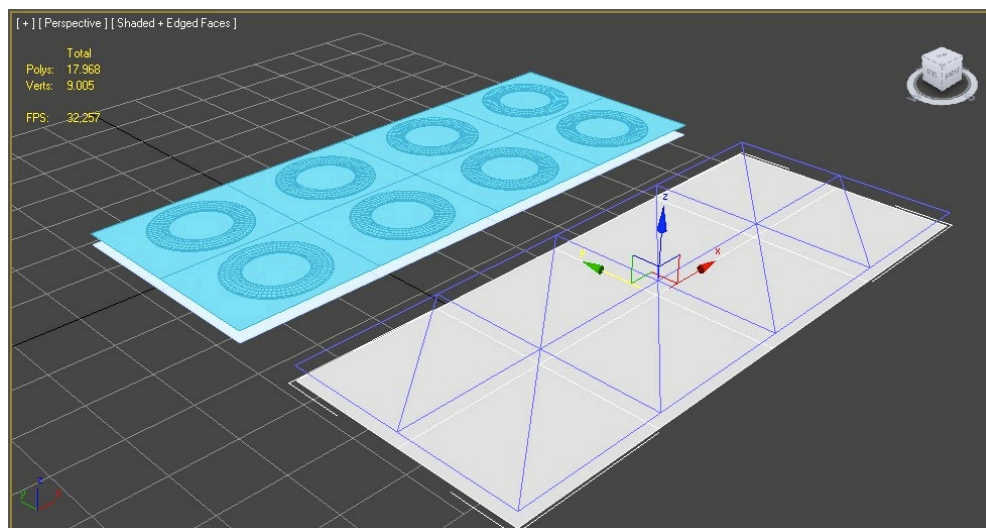


Figura - 24 Imagem na vista de perspectiva do 3ds Max.

Para se poder ver com maior detalhe o *Normal Map*, é necessário aplicar uma luz *Omni*, disponível no menu *Create – Lights* (Figura - 25).

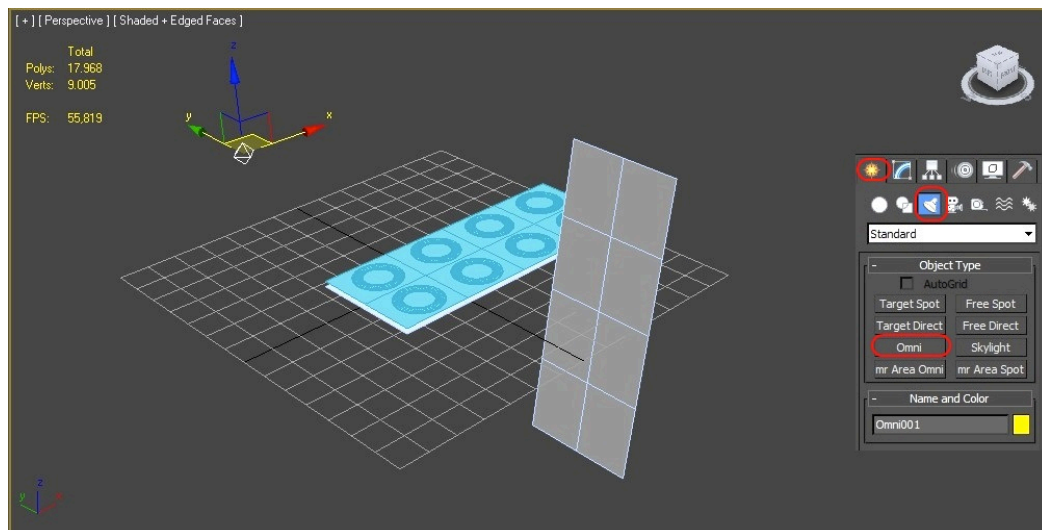


Figura - 25 Aplicação luz Omni.

Por último, procede-se à renderização rápida do modelo, através do menu ou do atalho *F9*, para se verificar se o *Normal Map* ficou bem posicionado.

Como se pode ver no plano da frente, onde o *Normal Map* foi aplicado (Figura - 26), aparenta conter o mesmo nível de detalhe geométrico que o *HP*, no plano de fundo, sem, no entanto, possuir o mesmo número de polígonos e assim, otimizar o desempenho do sistema gráfico de renderização.

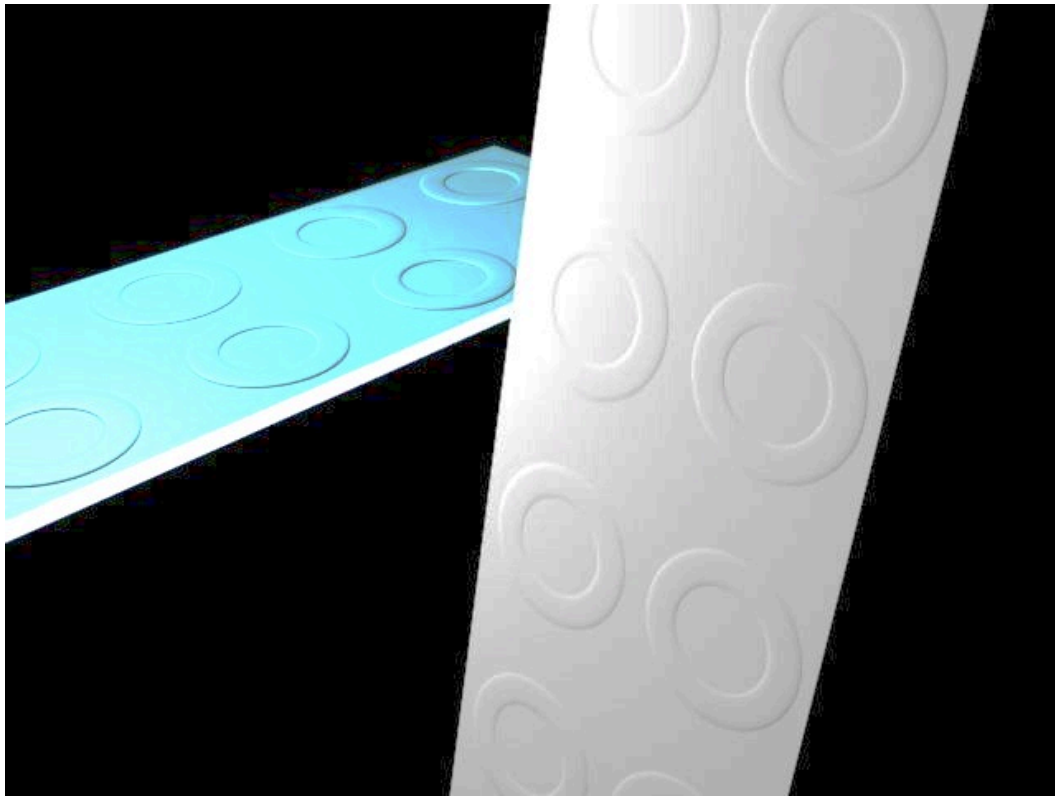


Figura - 26 Render do Normal Map

1.34 Anexo 3 – Unwrap UVW

Fazer um *Unwrap Map* é um processo por vezes moroso mas necessário para que posteriormente não existam problemas quando as texturas são aplicadas no modelo.

O ideal é começar o projeto quando o modelo não precisa de mais alterações a nível de modelação. Independentemente da qualidade da textura a aplicar no modelo 3D, se este processo não for bem executado, a textura não irá aparecer bem no modelo.

Embora existam certos JV focados no realismo dos seus EVs, (i.e., *Batman* e *Tomb Raider*) quer a nível de geometria quer na qualidade texturas, na sua maioria, a opção passa por ter um número reduzido de *Polys* no EV e a qualidade da textura oferece o detalhe necessário ao realismo pretendido. Ideal para a aplicação na RV. O objetivo é ter um EV com o menor número de *Polys* possível, com a melhor qualidade gráfica praticável enquanto se mantém um ficheiro de pequenas dimensões. O que por vezes pode ser contraditório e difícil de conseguir.

O OGRE suporta materiais Standard do *3ds Max*, pelo que o *Unwrap* não implica complicações quando se exporta a cena, obtendo bons resultados quando o objetivo é ter um modelo realista mas que não tenha grande importância num EV, ou que não seja muito grande, como é o exemplo da cadeira do EV do presente projeto.

Para fazer o unwrap, é necessário selecionar o modelo 3D que se pretende trabalhar (Figura - 1) e no Modifier aplica-se a opção Unwrap UVW (Figura - 2). De seguida o menu de edição de UVW surge.

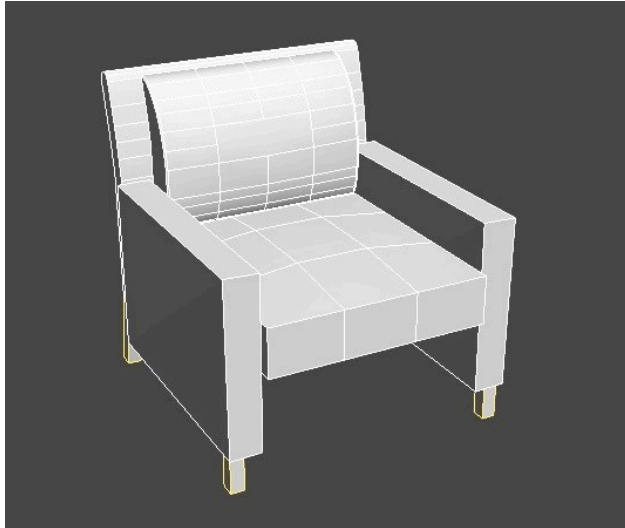


Figura - 1 Seleção do modelo 3D..

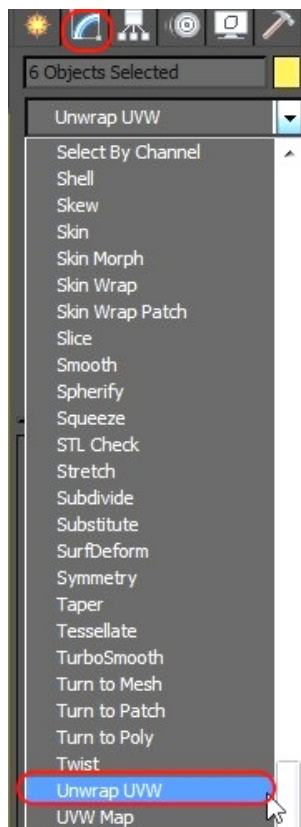


Figura - 2 Unwrap UVW

Clicando em Open Editor (Figura – 3) é possível ver a planificação do modelo, que de momento é bastante confusa, pois ainda não se encontra planificado (Figura - 4)

. Esta opção não é ainda necessária para o exercício. Foi apenas para ver como fica. Fechar.

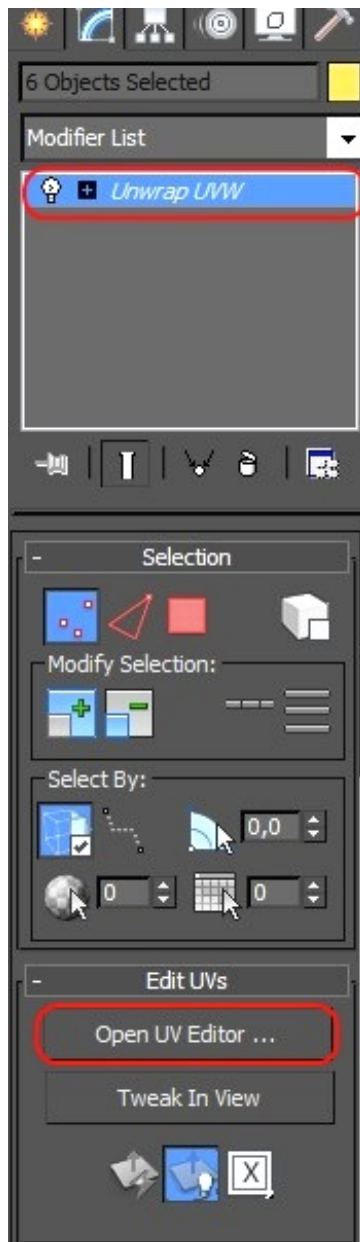


Figura - 3 Open UV Editor.

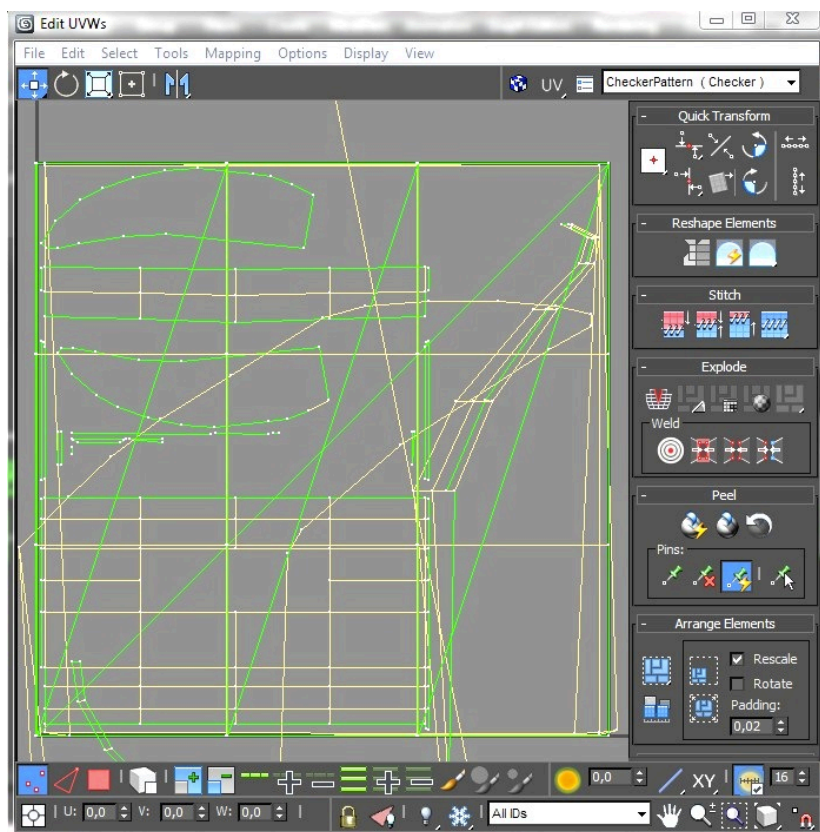


Figura - 4 Planificação do modelo 3D ainda não realizada.

O ideal é planificar por partes o módulo para que a textura possa encaixar mais perfeitamente, mesmo que seja a mesma, pois as diferentes faces dos modelos têm diferentes direções e a textura não encaixa da mesma forma em todas.

Escolhendo a opção *Polygon* (Figura - 5) selecionam-se os polígonos no modelo 3D que se pretende.

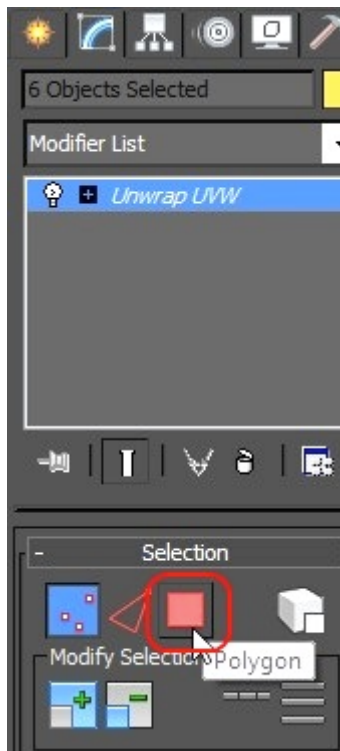


Figura - 5 Opção Polygon.

Como se pode ver, as diferentes faces (Figura - 6 e Figura - 7), tem diferentes direções razão pela qual a textura não iria ficar bem.

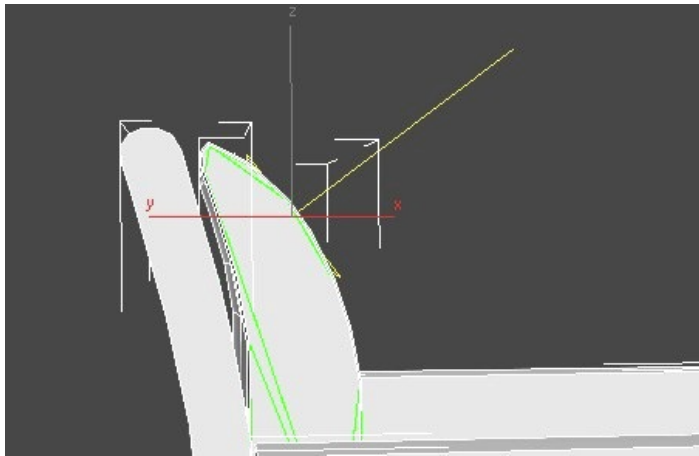


Figura - 6 Direção de uma face do modelo 3D.

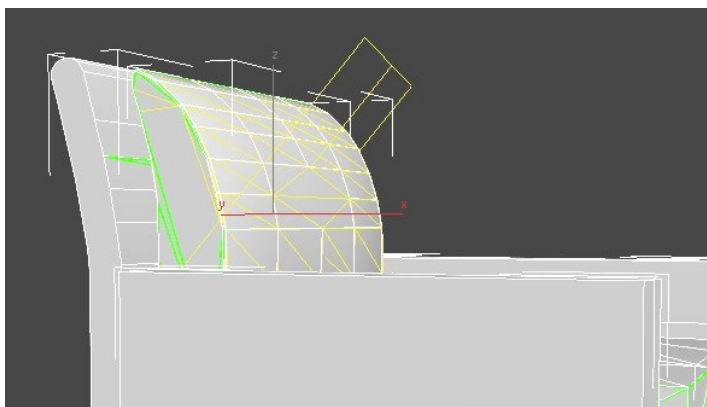


Figura - 7 Direção de uma outra face do mesmo modelo 3D.

Para se fazer uma projeção planar, no Modifier, escolhe-se Planar Projection (Figura - 8)

Quando tudo estiver selecionado e vê-se a mudar no 3ds Max a direção da projeção.

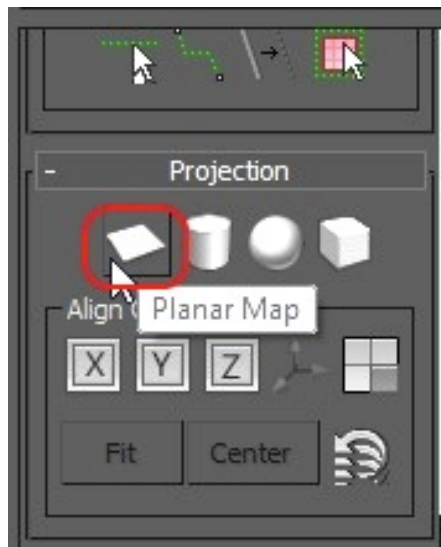


Figura - 8 Plana Projection.

Abrindo o Open UV Editor, é possível ver a projeção da almofada (Figura - 9).

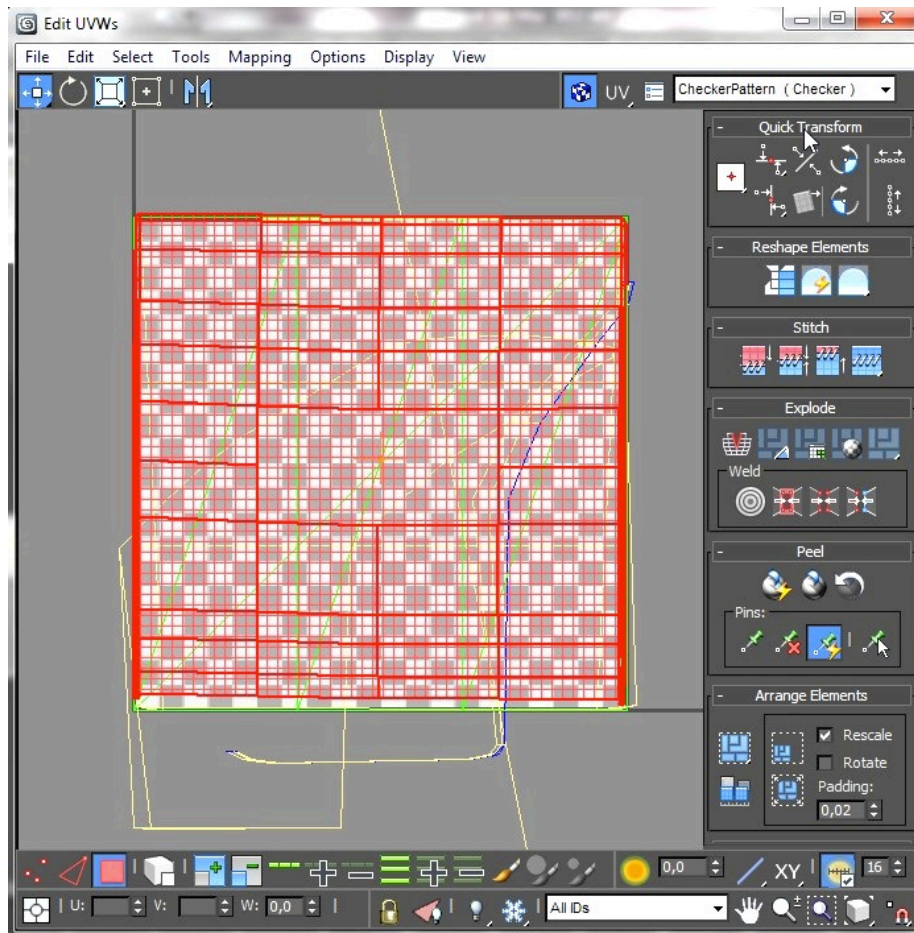


Figura - 9 Apresentação da projeção da almofada no Open Editor.

Como a almofada já está planificada, desliga-se a projeção planar do *Modifier* (Figura - 10). Isto serve para se poder mover a projeção no Editor (Figura - 11), para se fazer as projeções das outras partes do modelo 3D.

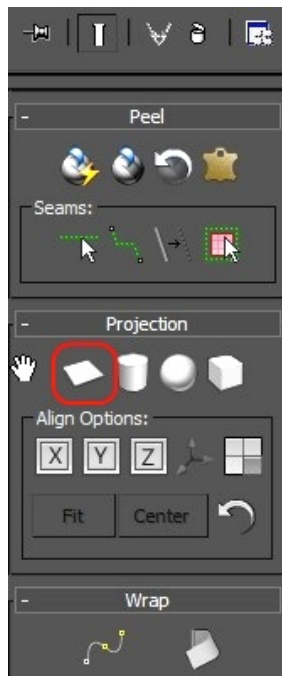


Figura - 10 Projeção Planar do Modifier.

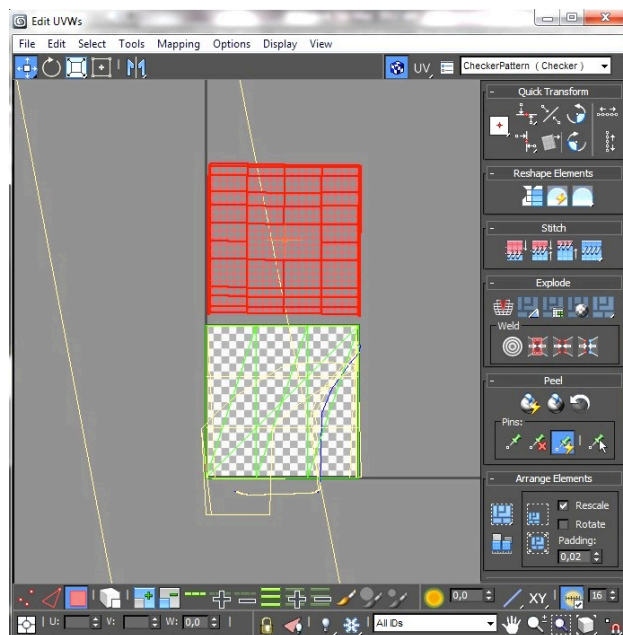


Figura - 11 Exemplo de como se pode mover a projeção no Editor.

Ao aplicar a textura ao modelo 3D, pode ver-se que existem zonas onde a textura ficou esticada (Figura - 12).

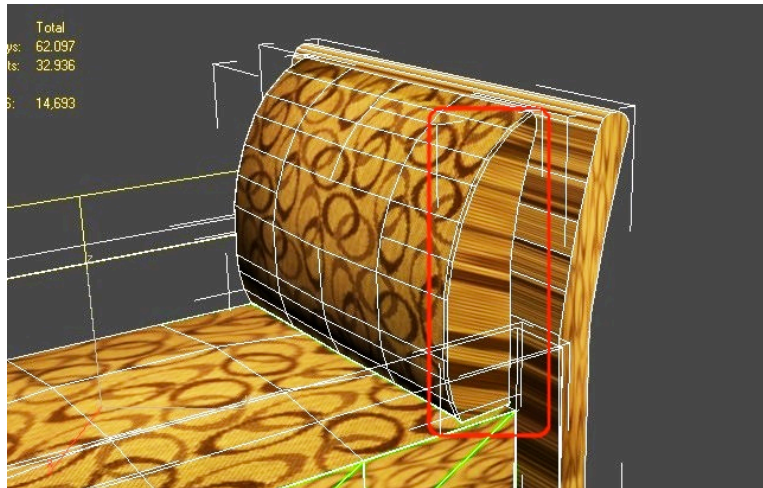


Figura - 12 Exemplo de Textura mal aplicada.

Abrindo o *UV Editor* e com a parte que foi planificada toda seleccionada, em *Reshape Elements*, selecciona-se a opção *Relax: Custom* (Figura - 13) e um novo menu abre: *Relax tool* (Figura - 14).

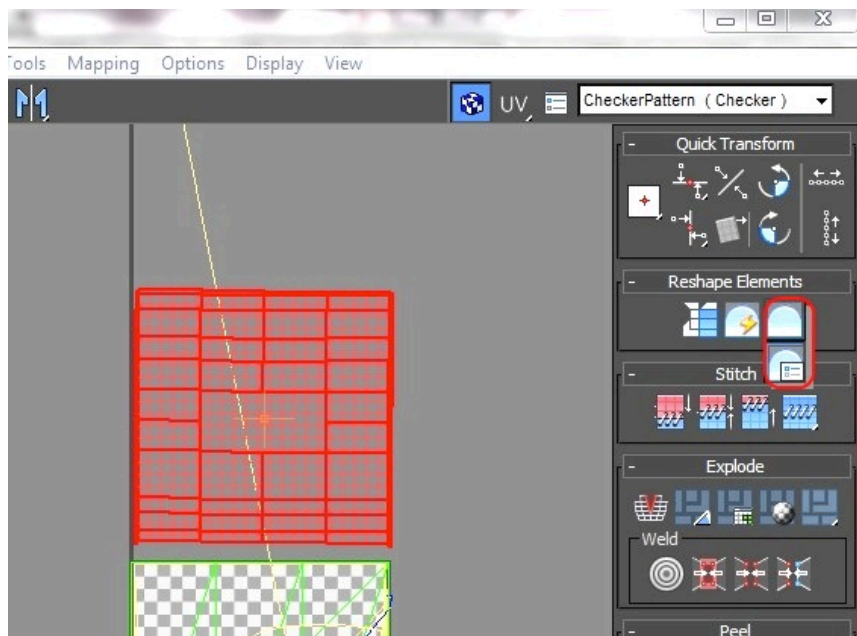


Figura - 13 Reshape Elements - Relax: Custom

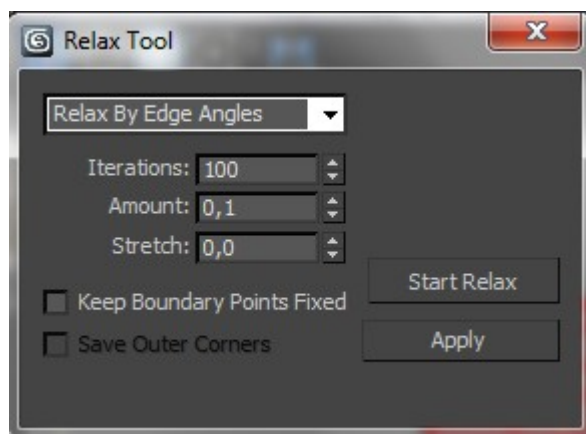


Figura - 14 Relax Tool.

Escolhendo a opção *Relax by Face Angles* (Figura - 15), sendo que são as direções da faces do modelo 3D que estão distorcidas, e em seguida, *Start Relax*. O programa faz essa ação automaticamente e é necessário parar a mesma manualmente. Basta deixar o botão ativo por apenas 1 segundo aproximadamente.

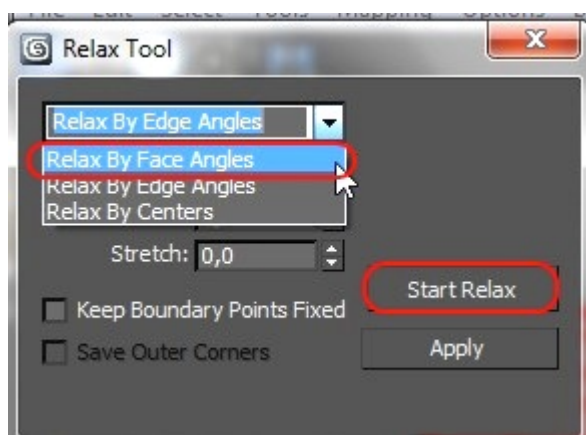


Figura - 15 Relax By Face Angles.

É possível ver pela imagem que a textura no modelo se alterou, quer no editor quer no ambiente do programa (Figura - 16).

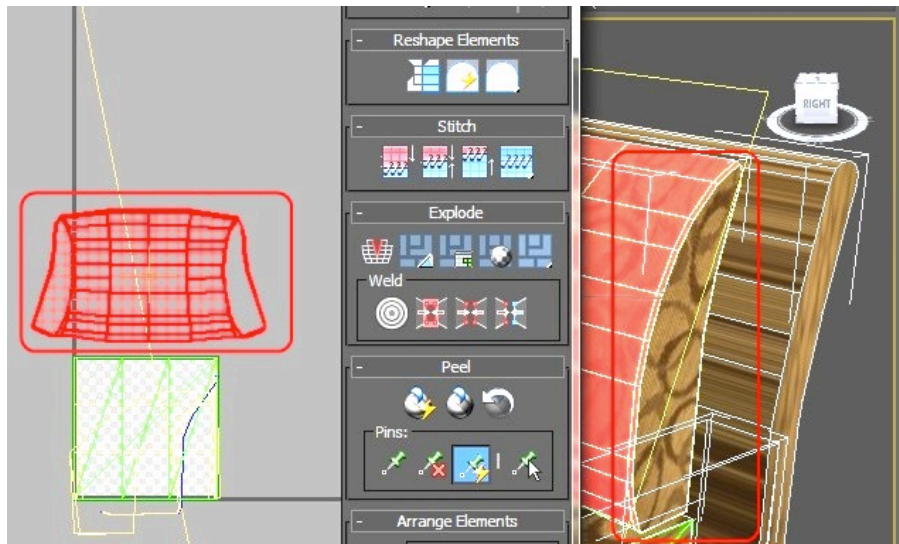


Figura - 16 Alteração da posição da textura.

Ao repetir a ação para outras partes da cadeira, é possível ver uma distorção na planificação (Figura - 17).

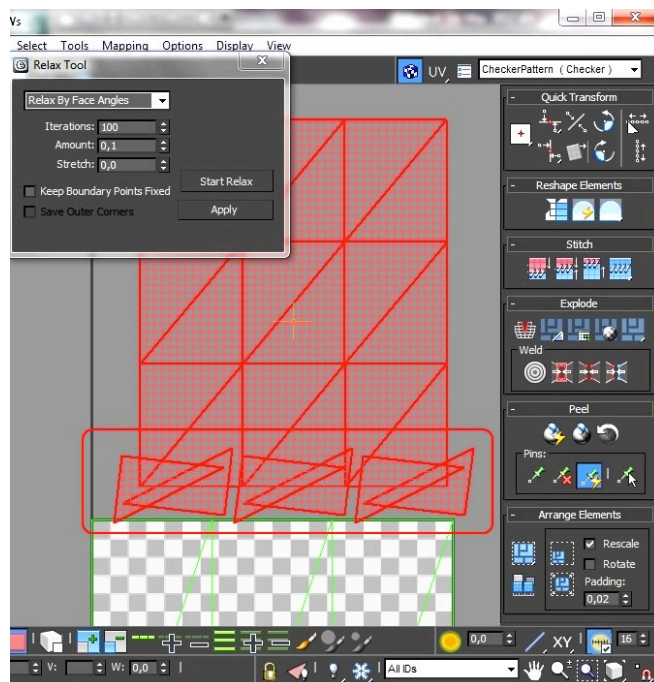


Figura - 17 distorção na Planificação da cadeira.

A solução passa por clicar no botão direito do rato, e fazer um *Flip Horizontal* ou *Vertical*, ou mesmo *Mirror* (Figura - 18). Por vezes é uma questão de tentativa e erro para verificar qual funciona melhor (Figura - 19), pois nem sempre se sabe a direção da face relativamente aos eixos.

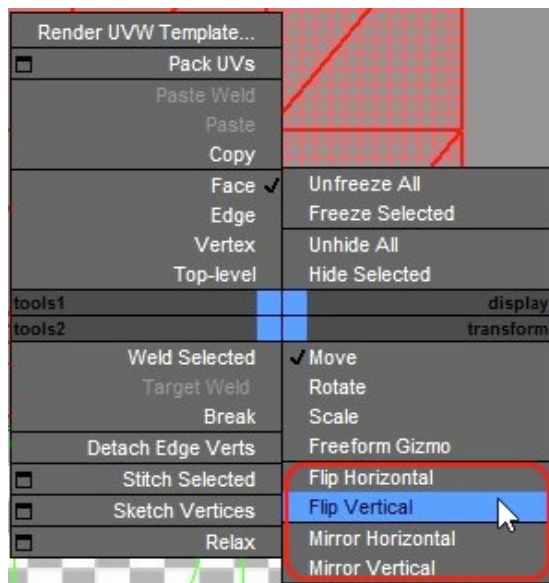


Figura - 18 Flip Vertical.

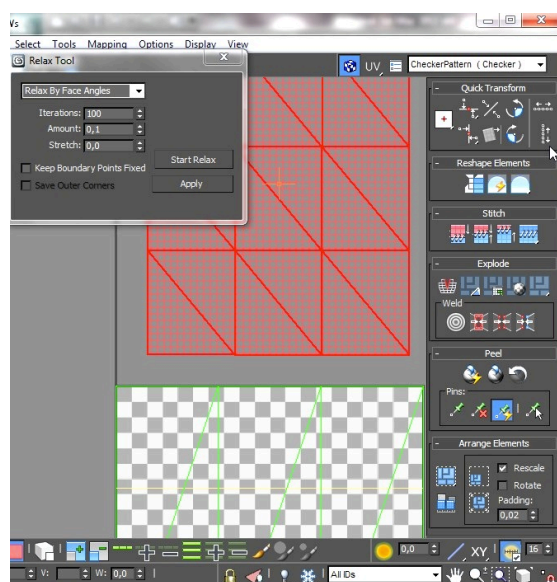


Figura - 19 Resultado da ação da ferramenta Flip Vertical.

Os resultado finais, são visíveis no modelo 3D, em que num não foi utilizado o *Unwrap UVW* (Figura - 20) em que a textura está aplicada na cadeira, mas nas costas e em uma das almofadas, parece não ter material ou então um diferente. Isto acontece porque o programa não tem informação sobre a localização da textura no modelo 3D.



Figura - 20 Modelo 3D sem Unwrap UVW aplicado.

Na Figura - 21, com todas a informações que foram aplicadas com o Unwrap, é possível ver que a textura fica colocada no local desejado sem qualquer tipo de distorção.



Figura - 21 Modelo 3D com Unwrap UVW aplicado.

1.35 Anexo 4 – Bump Map

O processo de aplicação de um *Bump Map* é relativamente simples e obtém resultados satisfatórios.

Hoje em dia, no processo de modelação dos JV, poucos são os casos em que se utilizam *Bump Maps*, devido ao facto de o *Normal Map* obter melhores resultados por outros meios. No entanto, um *Normal Map* necessita sempre de trabalho prévio de *Baking* de um modelo mais detalhado para posteriormente se aplicar ao LOD.

A diferença e vantagem da utilização de um *Bump Map* nestas ocasiões, reside na simplicidade e rapidez, bem como o facto de não necessitar de *Baking* prévio, fazendo o *Bump* no momento da texturização e a partir da textura que se deseja aplicar.

É importante salientar que um *Bump Map* não é a textura do modelo 3D, mas sim aquilo que atribui a esse modelo 3D detalhes e pormenores na sua superfície, sendo necessário aplicar também uma textura.

Neste exemplo foi utilizado um modelo 3D que é parte integrante dos EVs em estudo (Figura - 1).

Após se ter reduzido toda a geometria pretendida selecciona-se a geometria ou as faces onde se pretende atribuir o *Bump Map*. Neste caso, foi o cobertor da cama de hospital.

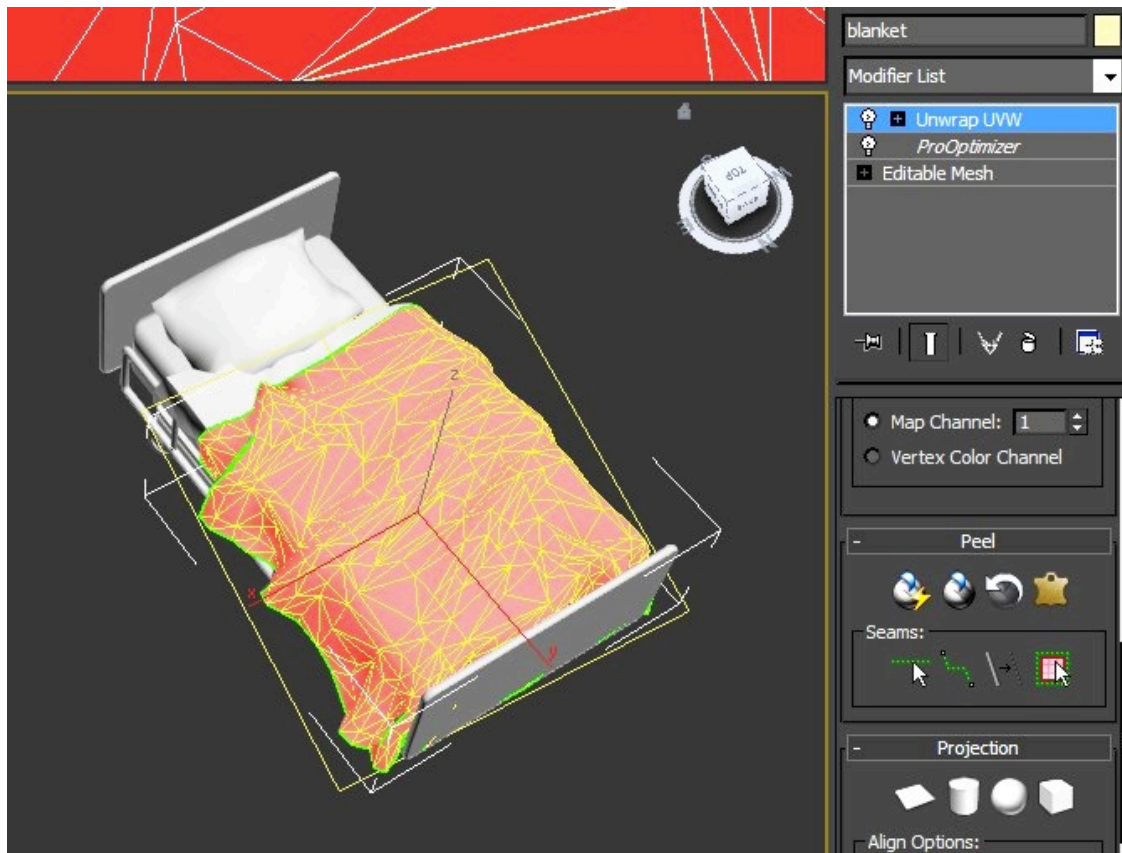


Figura - 1 Seleção das faces a aplicar o Bump Map

O passo seguinte passa por em *Maps* fazer clique na caixa respetiva à alíneas de *Bump* onde diz *None* para se escolher a diretoria da textura (Figura - 2).

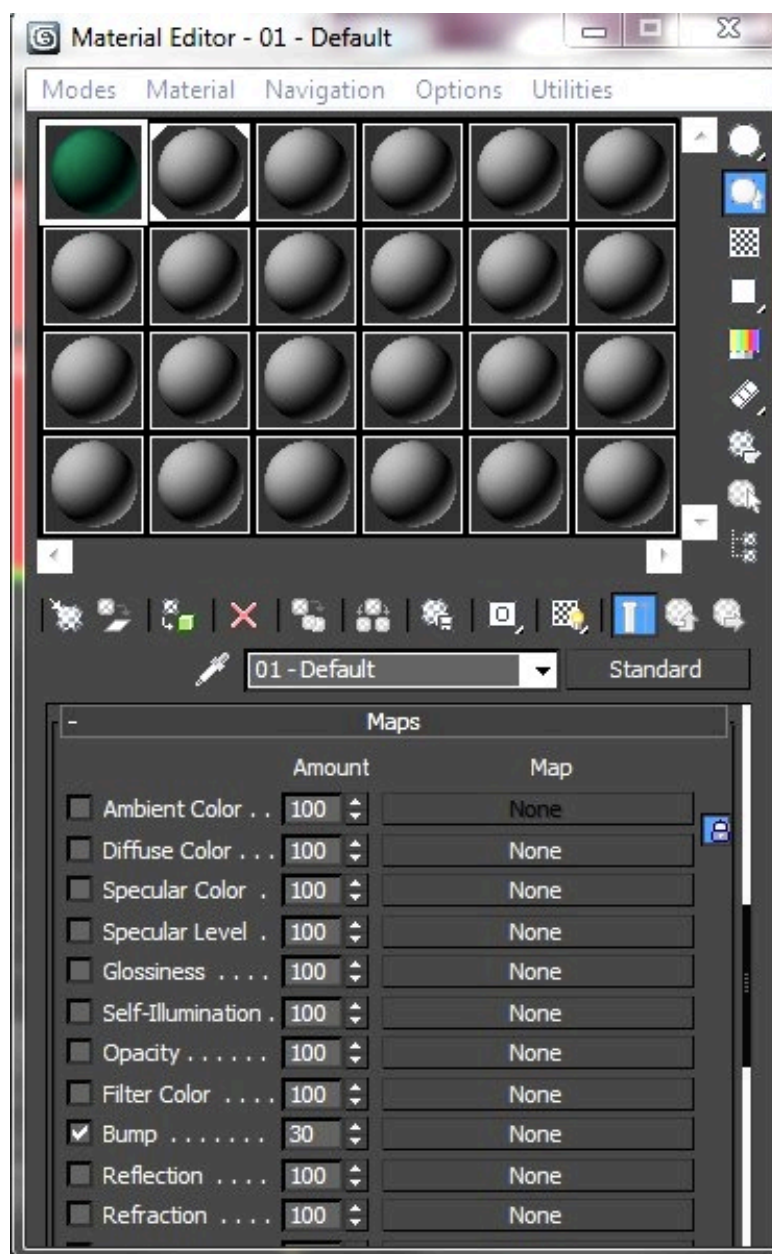


Figura - 2 - acionar a ação Bump.

Logo de seguida surge a opção de escolha da diretoria e em *Maps – Standard* seleciona-se *Bitmap* (Figura - 3) e de seguida a textura na diretoria pretendida (Figura - 4).

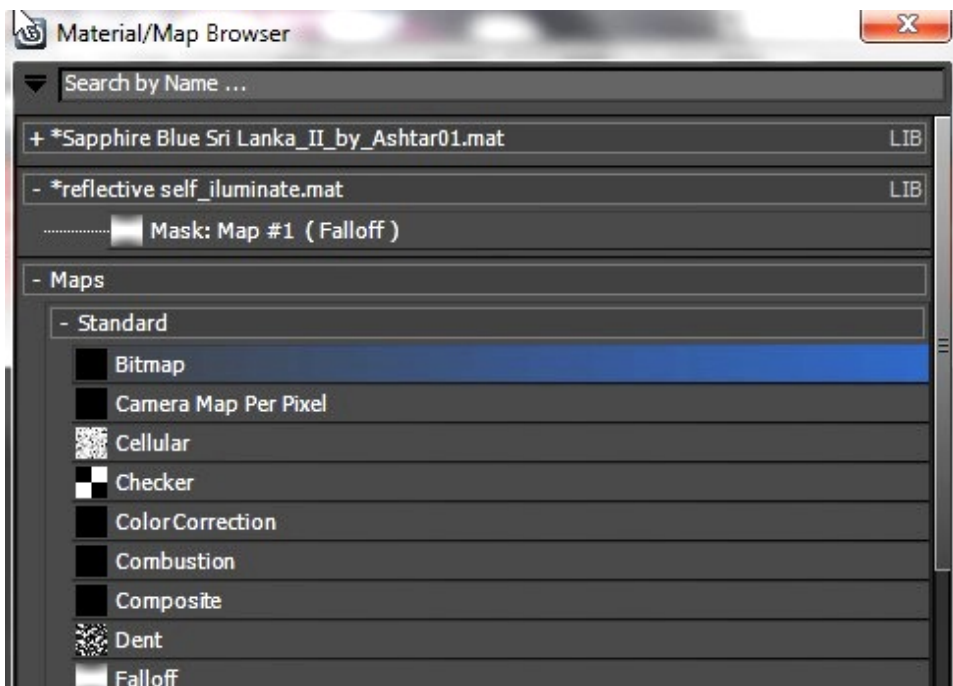


Figura - 3 Escolha da textura para realizar o Bump Map.

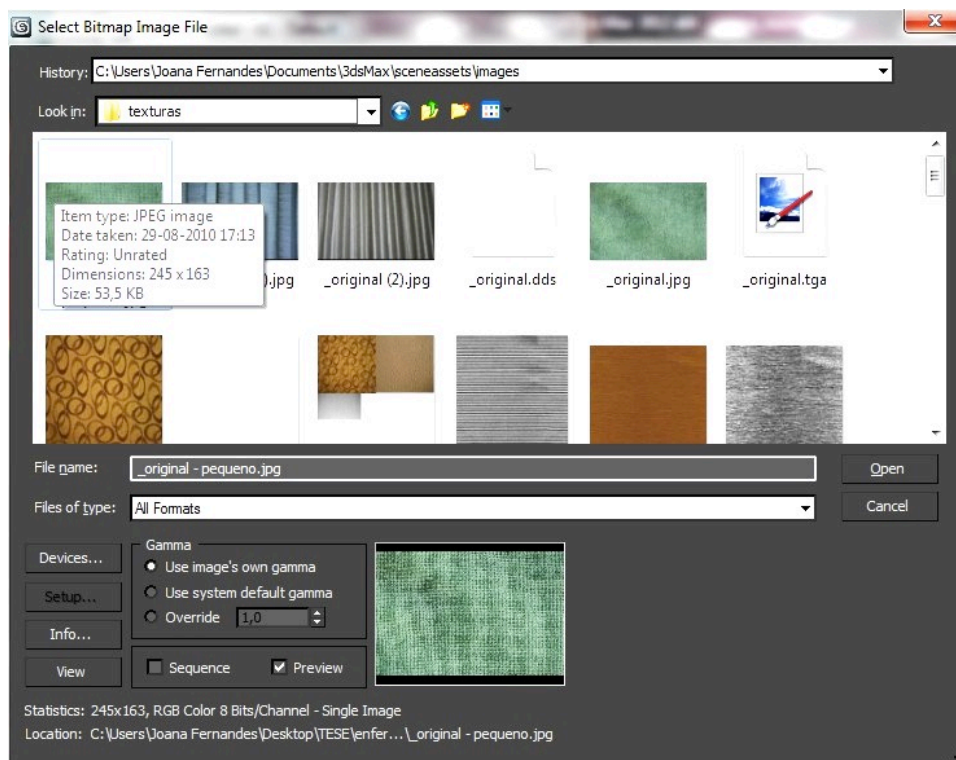


Figura - 4 Diretoria da textura.

Pode verificar-se já algum pormenor no material (Figura - 5).

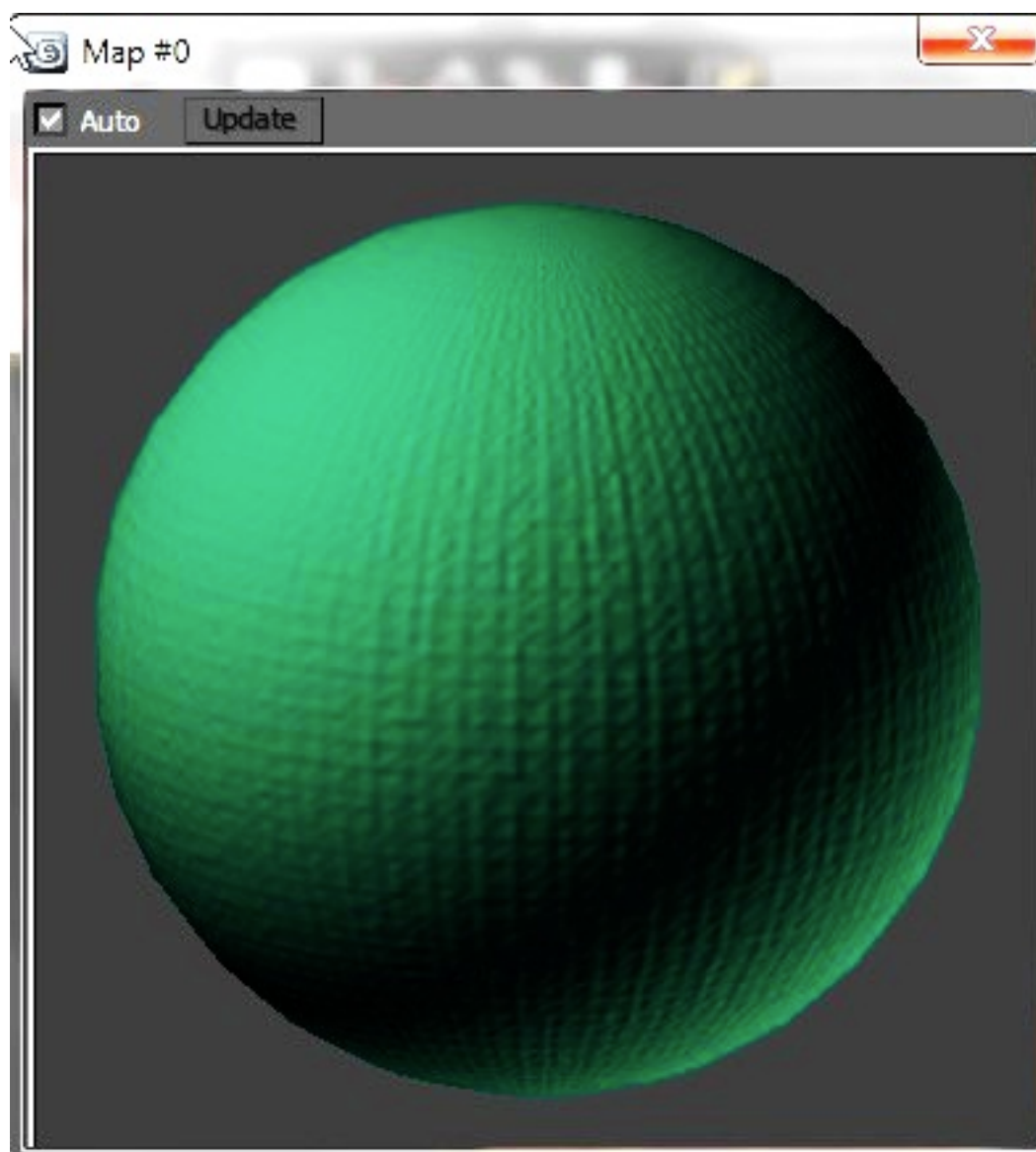


Figura - 5 Pormenor do material inicial.

Clicando no botão *Go to Parent* retorna-se ao menu inicial do editor de materiais (Figura - 6).

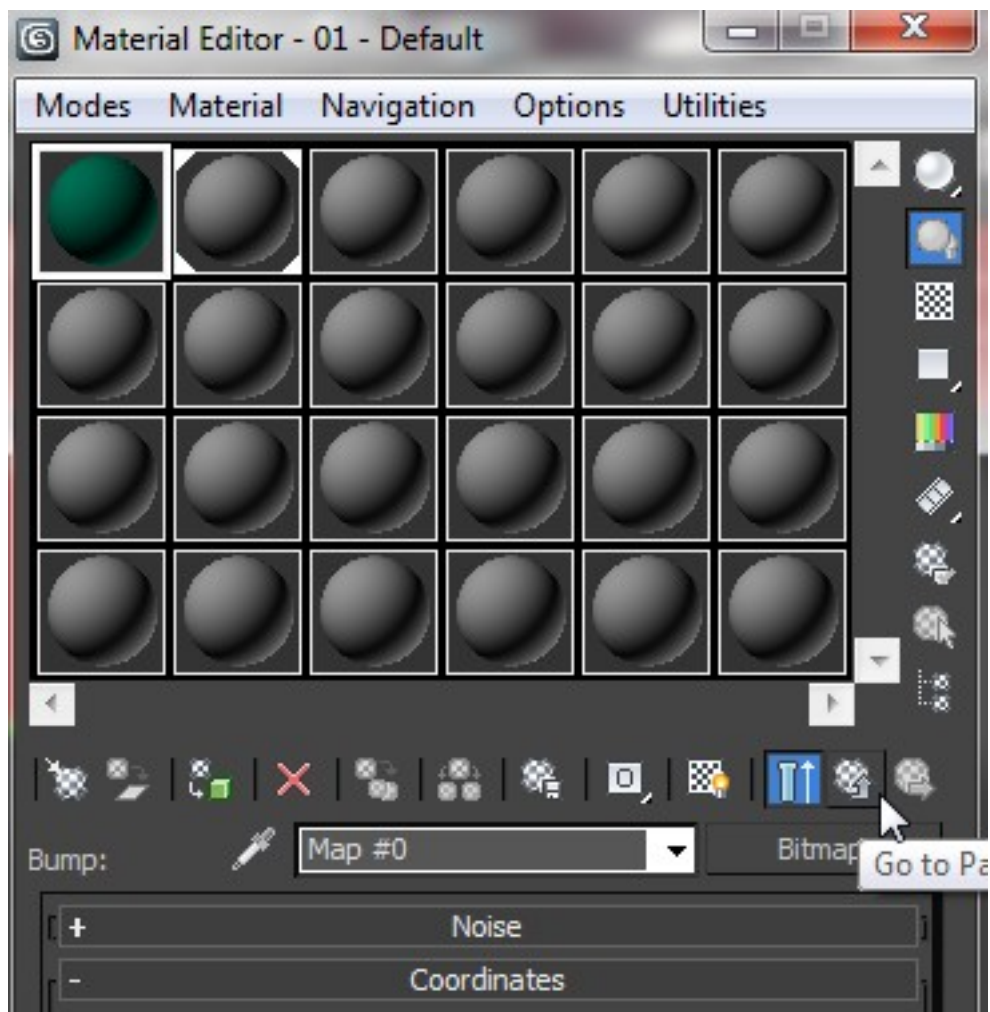


Figura - 6 Go to Parent.

Nesse mesmo menu, em *Bump* aumenta-se o nível de Bump, para criar mais detalhe (Figura - 7).

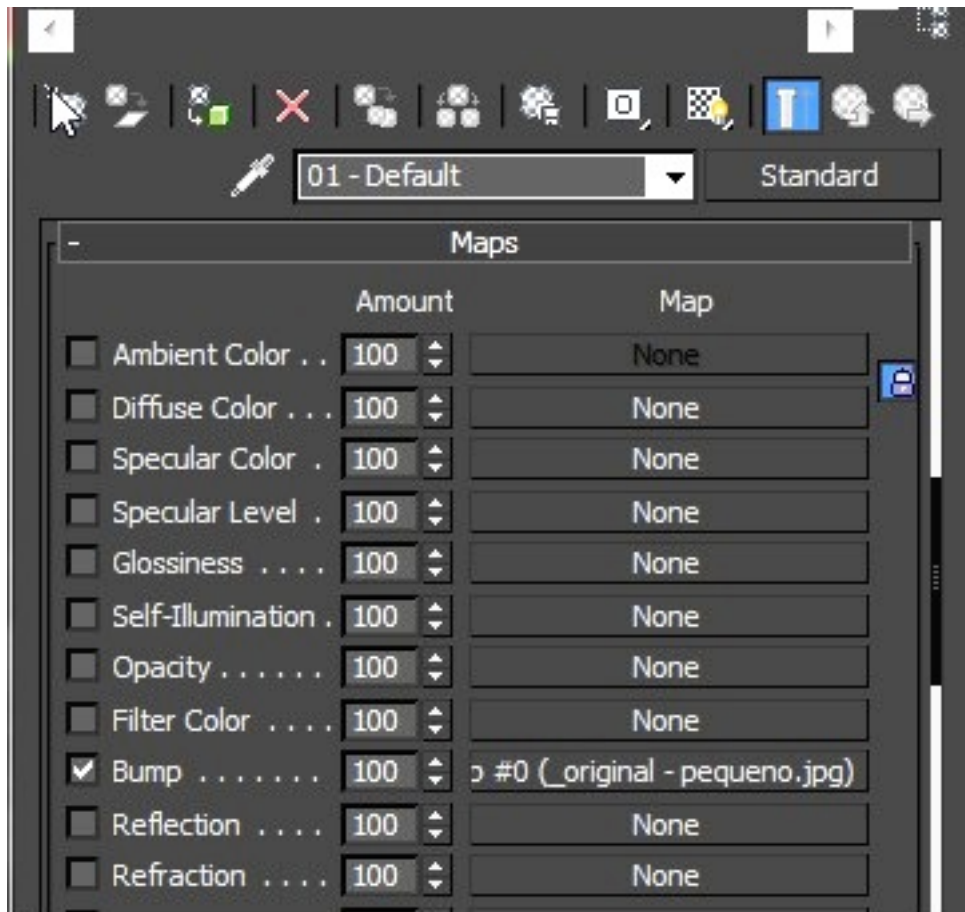


Figura - 7 Aumento do nível de Bump.

Clicando duas vezes na *Slot* do material, o material demonstra mais detalhe (Figura - 8) que anteriormente.

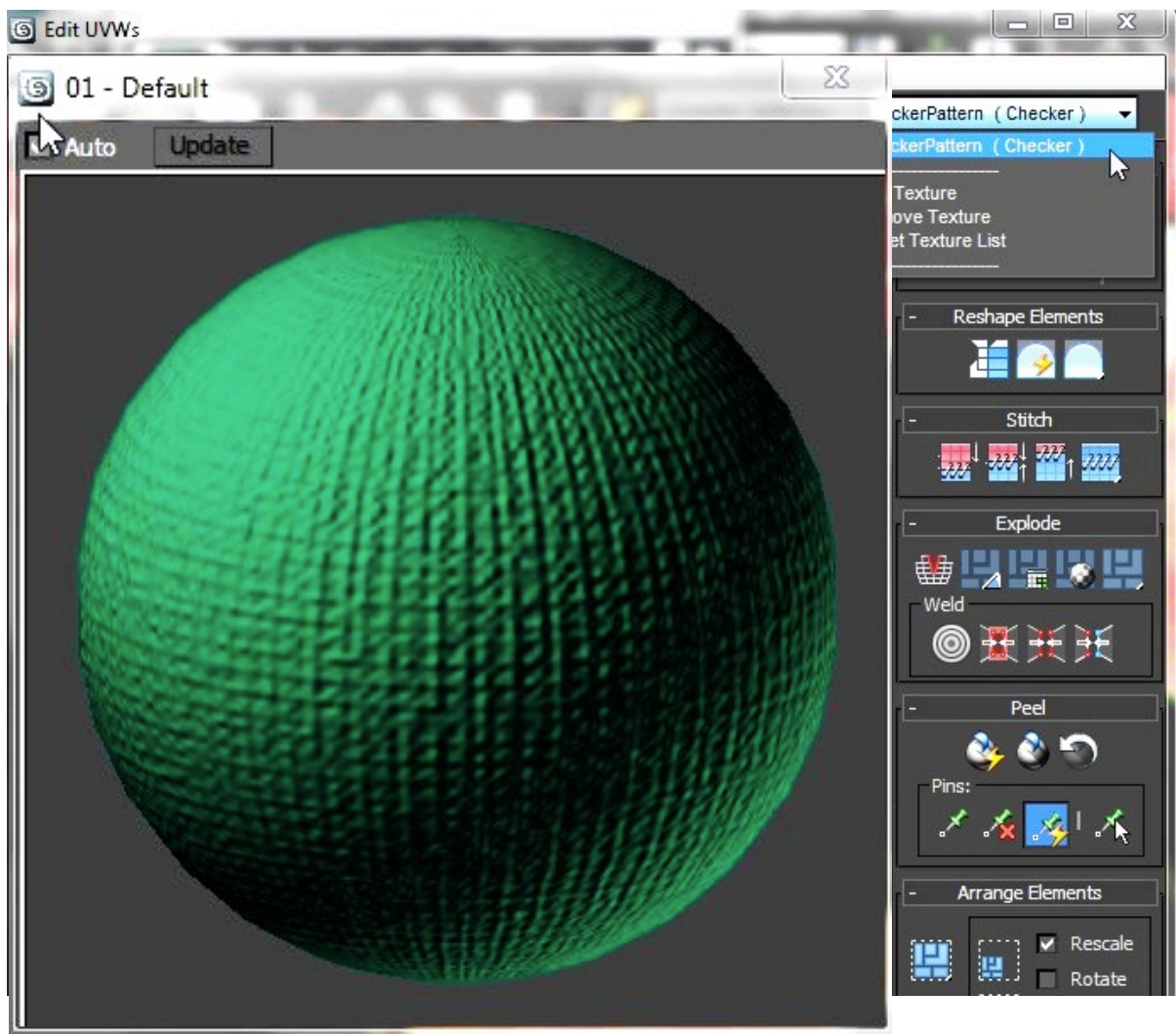


Figura - 8 Pormenor da alteração do material.

Antes de se aplicar o material ao modelo, para verificar que as faces estão nas direções corretas, abre-se o *Open Editor* e no canto superior direito ativa-se a função *Checker Pattern* (Figura - 9). Esta ação tem como função atribuir um padrão axadrezado ao modelo 3D, com o objectivo de verificar que existem ou não distorções das direções das faces.

Figura - 9 Checker Pattern..

Verificando-se a presença de distorções no modelo, precede-se à aplicação da ferramenta *Relax* (Figura - 10) para ajustar melhor a textura às direções das faces do modelo.

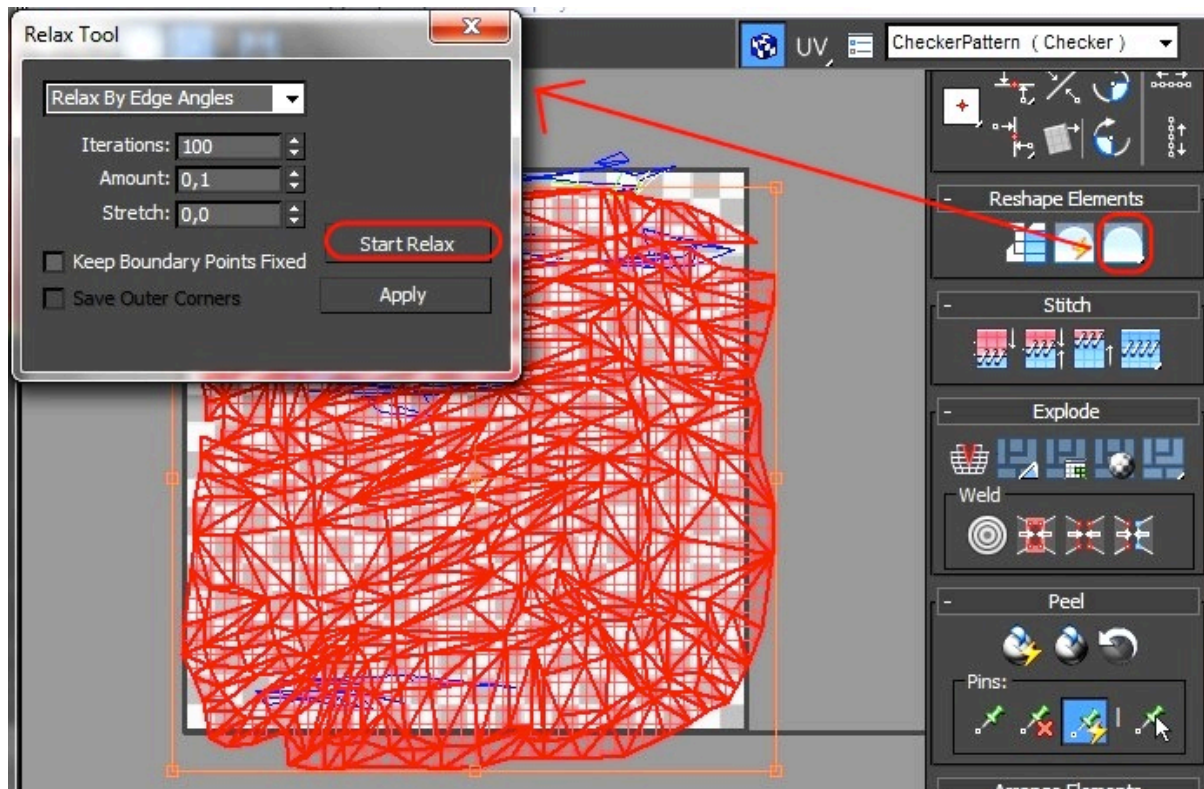


Figura - 10 Relax.

Sem ser necessário recorrer ao render, é possível observar-se o padrão no modelo dentro do próprio programa (Figura - 11). Para se ver com mais pormenor se a textura está corretamente colocada no modelo, pode fazer-se um *Render* rápido (Figura - 13).

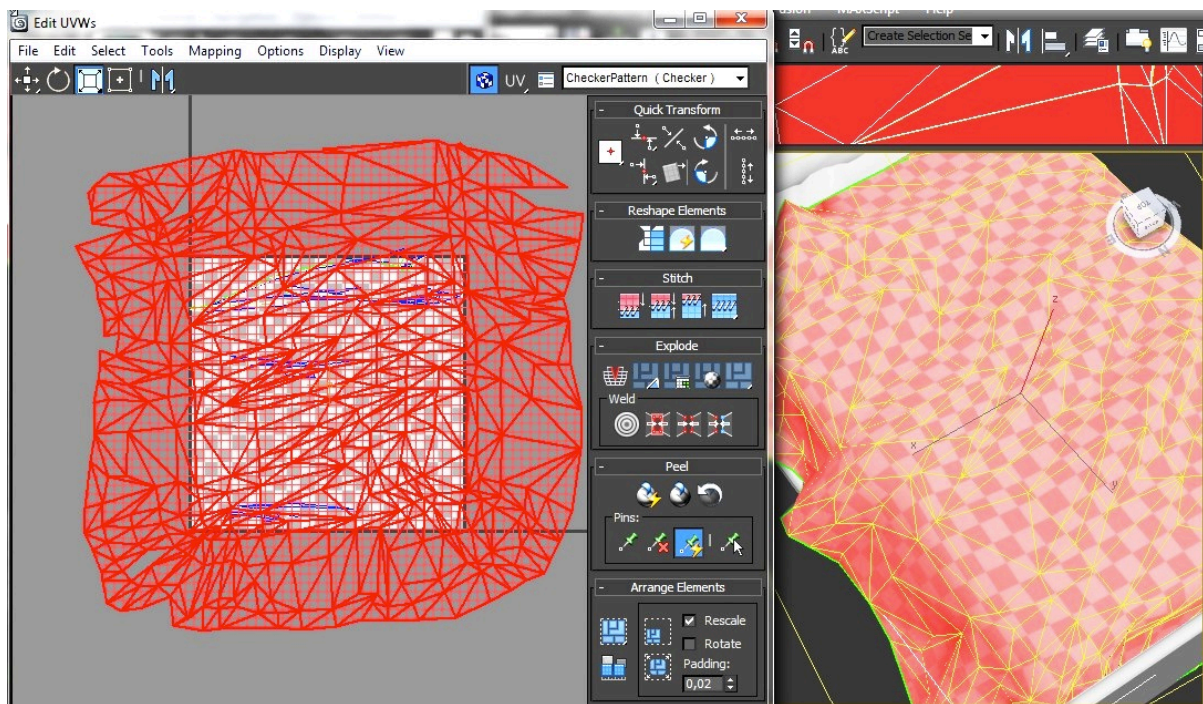


Figura - 11 Verificação da direção das faces através de Checker Pattern.

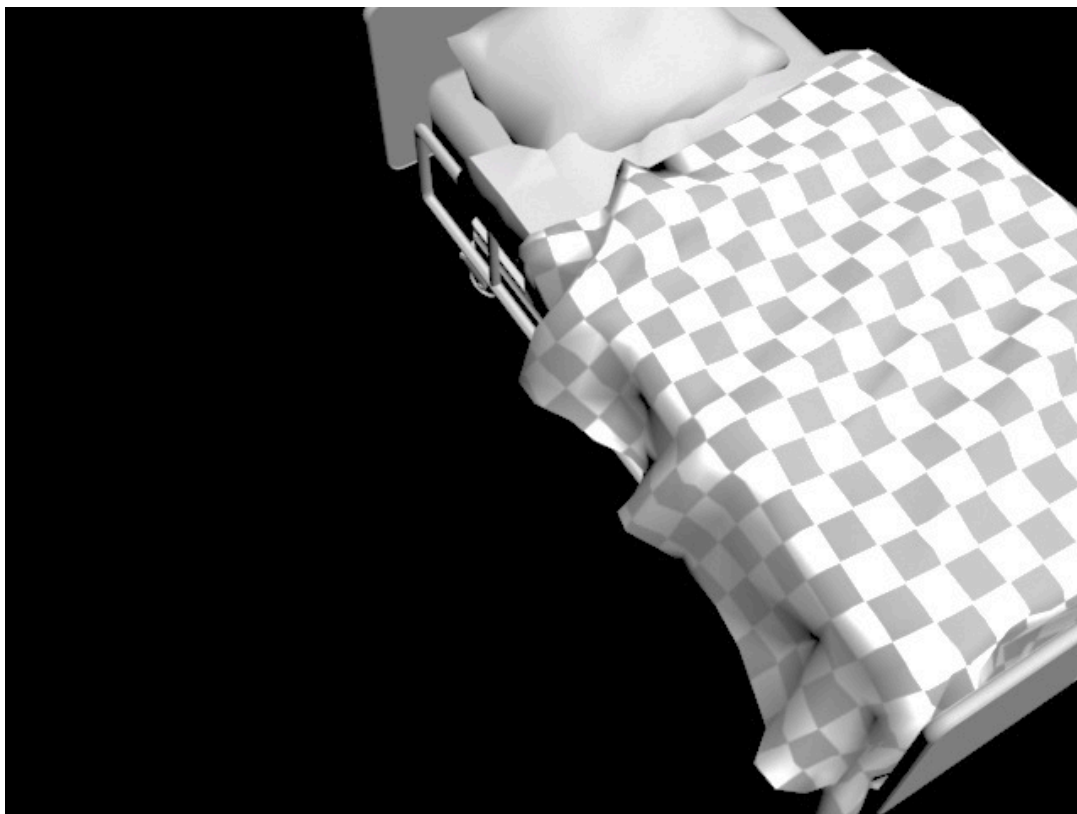


Figura - 12 Render rápido do pormenor de Checker Pattern.

Ao fazer um render rápido do *Bump Map* ainda sem mais materiais ou luzes, já se verificam pormenores no cobertor (Figura - 13)

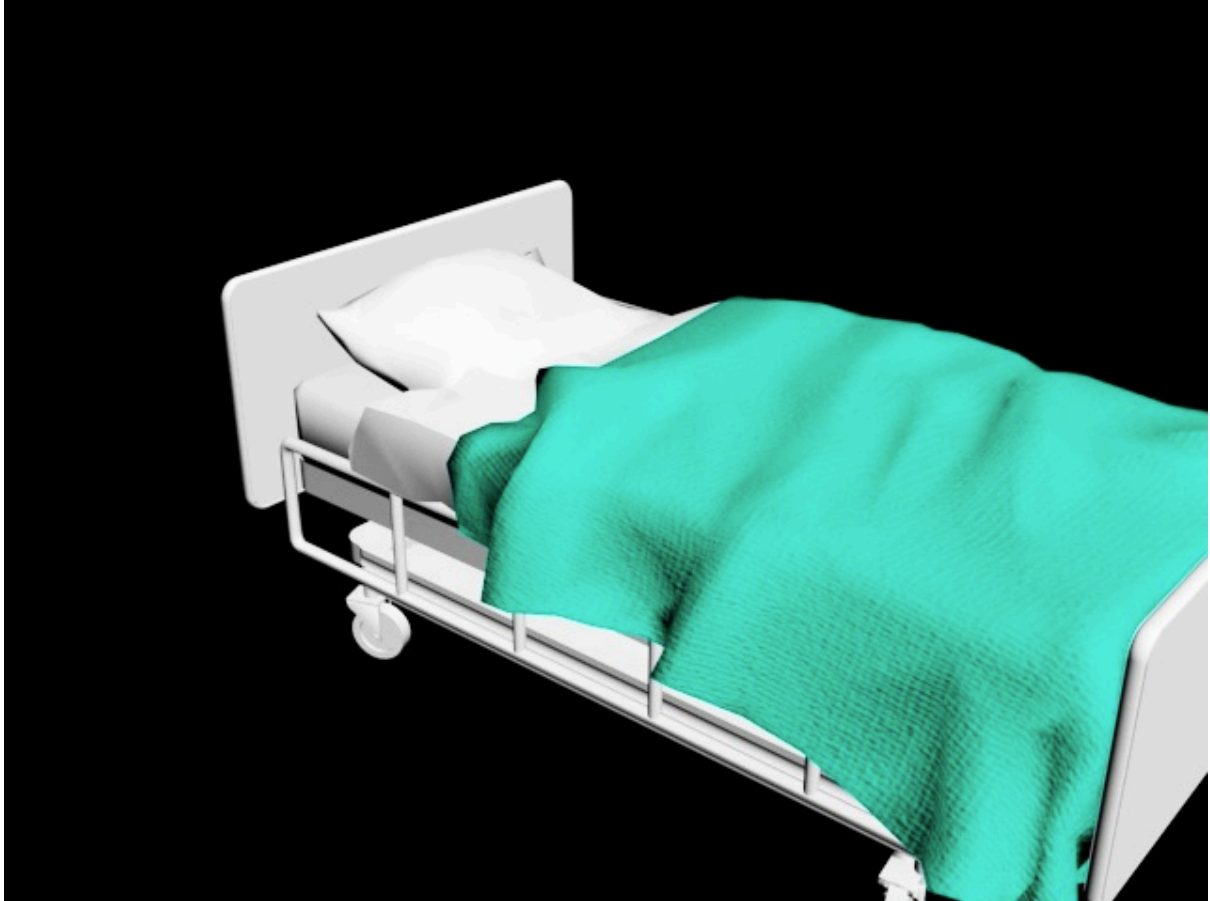


Figura - 13 Render rápido do Bump Map.

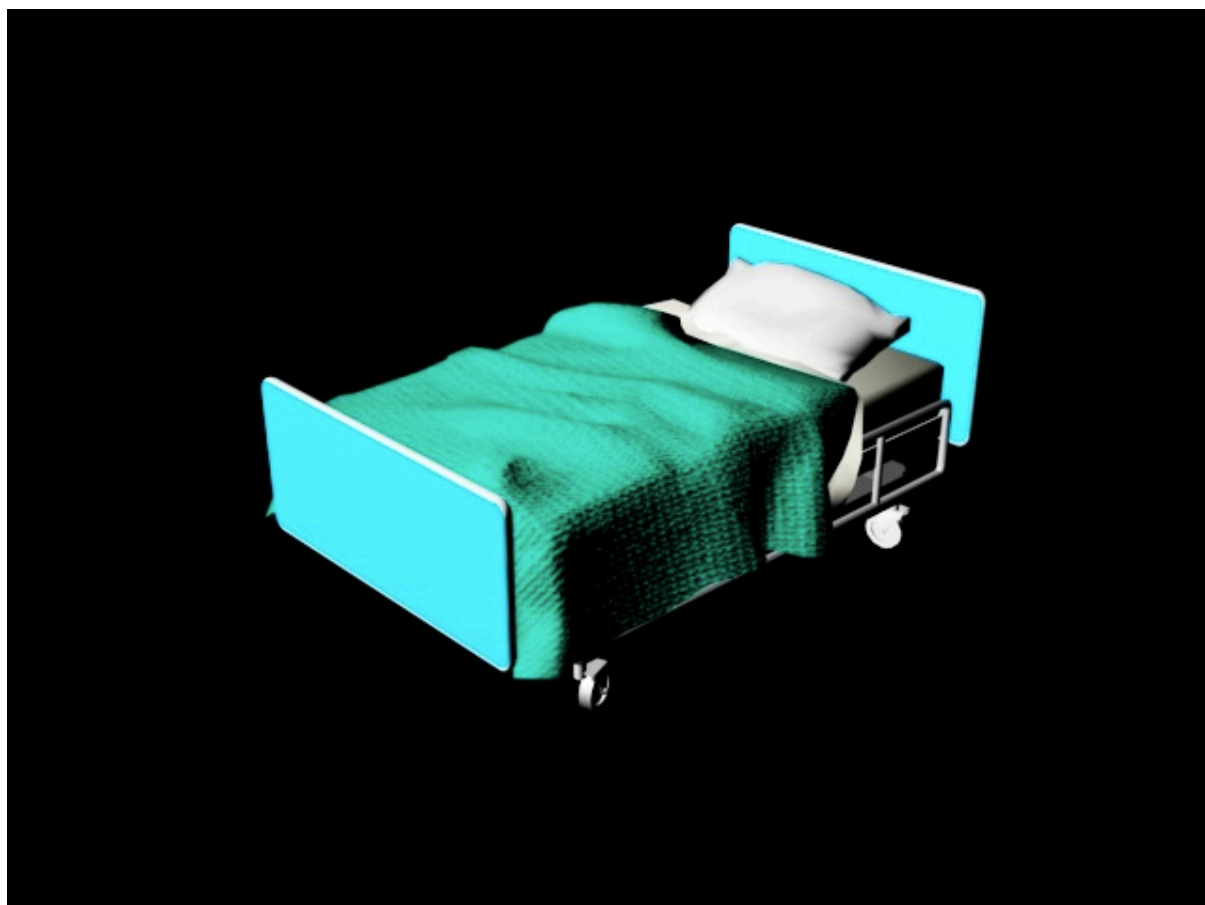


Figura - 14 Resultado final